3/20

Theorie en praktijk van telecommunicatie

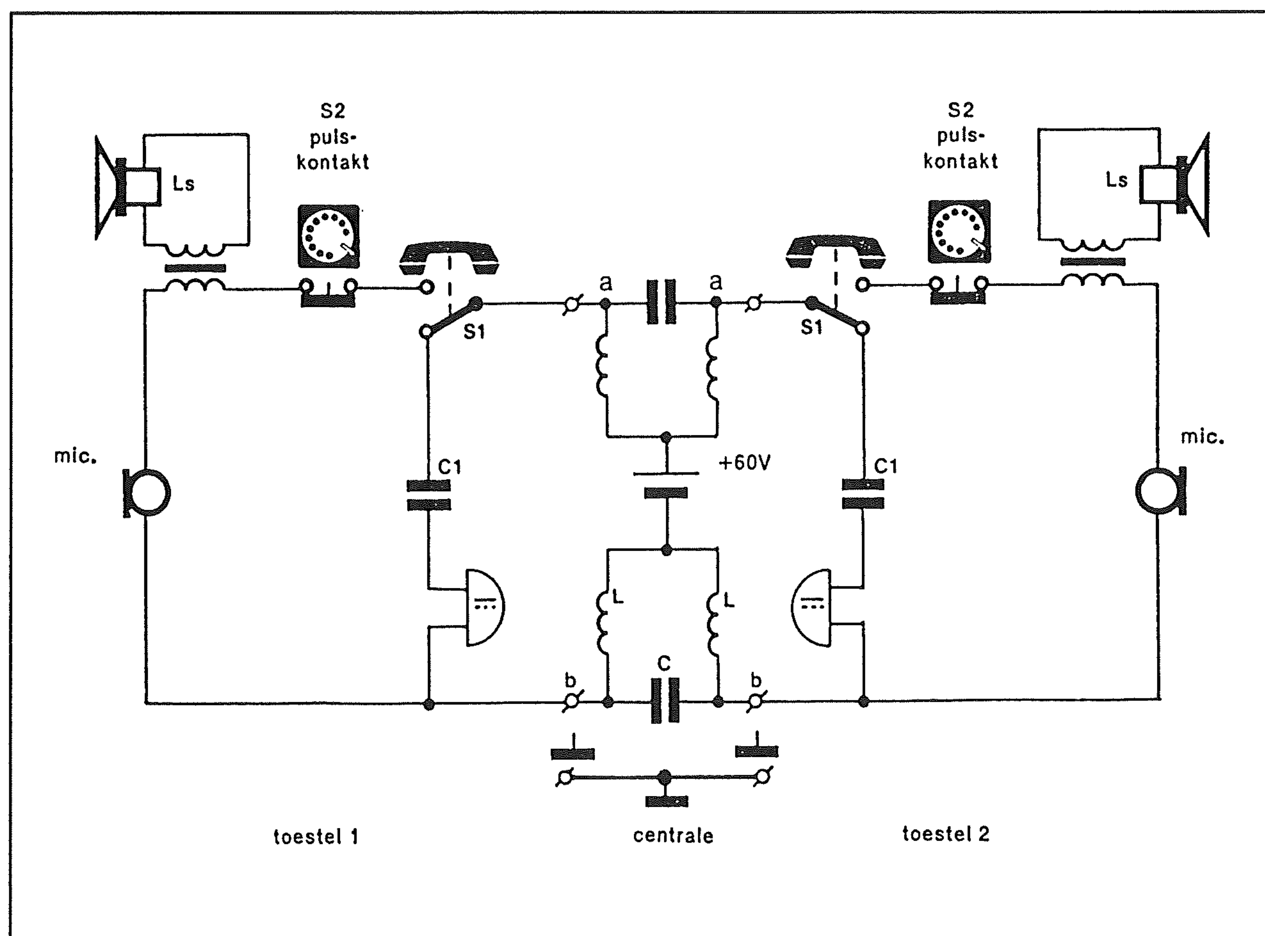
Inhoud

3/20.1
Het PTT-net

Algemeen principe van een telefoonverbinding

Het algemeen en wereldwijd in gebruik zijnde principe van een verbinding tussen een telefoontoestel 1, een centrale en een telefoontoestel 2 is geschetst in figuur 3/20.1-1.

De toestellen zijn met twee aders, a en b genaamd, met de centrale verbonden. In de centrale zijn deze aders aangesloten op een ingewikkeld systeem, dat in de tekening schematisch is voorgesteld door een aantal spoelen en condensatoren en een batterij van 60 V.



Figuur 3/20.1-1: Het algemeen principe van een verbinding tussen twee telefoontoestellen.

20.1 Het PTT-net

De batterij zet tussen de aders a en b een gelijkspanning van 60 V. Dit is zeer belangrijk, want deze gelijkspanning zorgt ervoor dat de centrale weet of een toestel in rust is (hoorn op de haak) of dat een toestel actief is (hoorn van de haak).

In de tekening zijn beide telefoons in rust getekend. De hoornhaak bedient een schakelaar S1. Als de hoorn op de haak ligt dan staat de schakelaar in de getekende stand. Deze stand zorgt ervoor dat tussen de aders a en b een serieschakeling van een condensator C1 en de telefoonbel wordt opgenomen. In de ruststand zijn telefoons dus capacitieve belastingen voor het telefoonnet. Over deze capacitieve belasting staat de lijnspanning van ongeveer 60 V. Omdat dit een gelijkspanning is en een condensator een volmaakte isolator is voor gelijkspanning zal er geen stroom door de PTT-lijn vloeien.

Deze situatie verandert als een van de toestellen actief wordt. Stel dat men de hoorn van telefoon 1 van de haak neemt. De schakelaar S1 klapt om en de capacitieve belasting wordt vervangen door een inductieve. Want nu staat tussen de punten a en b de serieschakeling van de kiesschakelaar S2, de primaire wikkeling van een trafo en de microfoon. Deze inductieve belasting heeft een bepaalde gelijkstroomweerstand, met als gevolg dat de 60 V die over de lijn staat een stroom door deze belasting stuurt. De centrale wordt dus nu belast door de lijnstroom en deze stroom heeft tot gevolg dat de lijnspanning daalt tot ongeveer 15 V. Deze spanningsdaling wordt in de telefooncentrale opgemerkt en is voor de elektronica van de centrale het sein dat telefoon 1 geactiveerd is. De centrale zal er nu voor zorgen dat de telefoon kan communiceren met een ander toestel. Er wordt een lijn toegewezen.

Het basisprincipe van een verbindingsopbouw

Het basisprincipe van een verbindingsopbouw tussen twee telefoontoestellen is dus heel eenvoudig:

- Rust
  De telefoon vormt een **capacitieve belasting**, er staat een gelijkspanning van ongeveer 60 V over de lijn, de lijnstroom is nul.
- Verbinding
  De telefoon vormt een **inductieve belasting** met een gelijkstroomweerstand van enige honderden Ω. De lijn wordt belast, er gaat een gelijkstroom van ongeveer 50 mA door de PTT-lijn vloeien. De gelijkspanning over de PTT-lijn valt terug tot ongeveer 15 V.

Twee systemen

De telefoon die actief is moet vervolgens aan de centrale melden met welk nummer een verbinding opgebouwd moet worden. Daarvoor bestaan twee systemen:

- het kiespuls systeem;
- het kiestoon systeem.

Bij het eerste systeem worden er door het draaien van een nummer met de kiesschijf van de telefoon korte spanningspulsen op de PTT-lijn gezet. Bij het tweede systeem wordt er door het intoetsen van een nummer op het nummerbord een reeks van audio-toontjes op de PTT-lijn gezet. In beide gevallen zijn deze signalen gesuperponeerd op de 15 V gelijkspanning die op de lijn staat.
Vijf jaar geleden werkten alle telefoons nog volgens het kiespuls systeem. Met de invoering van digitale centrales en elektronische telefoontoestellen is deze situa-

tie dramatisch veranderd. Tegenwoordig werken alle telefoons volgens het kiestoon systeem en dat is maar goed ook, want dank zij dit systeem is het PTT-net een dankbaar experimenteerterrein geworden voor de actieve doe-het-zelver!

Compatibiliteitsprobleem

Door het naast elkaar bestaan van de twee systemen doet zich een compatibiliteitsprobleem voor.

De oude PTT-centrales kunnen alleen kiespulsen verwerken en reageren niet op kiestonen! De moderne elektronische centrales hebben dat probleem niet. Deze kunnen zowel kiespulsen als kiestonen de baas.

Vandaar dat alle goede kiestoon telefoontoestellen zijn voorzien van een klein schakelaartje, waarmee men kan kiezen tussen "tone" en "pulse". Wie nog is aangesloten op een oude centrale moet dit schakelaartje in de "pulse"-stand zetten. De functie van de kiesschakelaar S2 wordt dan gesimuleerd door een klein relaisje, dat door de kies-elektronica wordt geactiveerd.

In de rest van dit hoofdstuk wordt uitgegaan van het kiespuls systeem. Dit maakt in wezen niets uit, omdat het principe van beide systemen vergelijkbaar is.

Het kiezen van een nummer

Zoals uit het blokschema van figuur 3/20.1-1 blijkt bevat een kiespuls telefoon nog een tweede schakelaar S2. Deze is verbonden met de kiesschijf van het toestel. Als de kiesschijf in rust is, dan is de schakelaar gesloten. Draait men echter de schijf naar bijvoorbeeld de zes en laat men de schijf los, dan zal de schijf automatisch terugdraaien naar de neutrale stand. Daarbij zal de schakelaar S2 zes keer kort geopend en gesloten worden. Door het openen van de schakelaar valt de inductieve belasting van de lijn even weg. De telefoon gedraagt zich dan als een apparaat met een oneindig hoge weerstand. Het gevolg is dat de PTT-lijn niet belast wordt, de lijnstroom wegvalt en de lijnspanning weer stijgt tot ongeveer 60 V. Bij het draaien van een zes gebeurt dit dus zes keer achter elkaar. Er worden zes korte pulsjes van ongeveer 60 V op de lijn gezet. Deze zorgen ervoor dat in de centrale ingewikkelde dingen gebeuren, die er uiteindelijk toe leiden dat het oproepende toestel verbonden wordt met het toestel van de gebruiker van wie men het nummer gedraaid heeft.

Bij het kiestoon systeem zet de elektronica in de telefoon bij iedere druk op een cijfertoets een audiofrequent signaaltje op de lijn. De frequentie van dit signaal is afhankelijk van welke toets wordt ingedrukt. In de elektronische centrale zijn zogenaamde toondecoders aanwezig, die deze audiosignaaltjes decoderen en omzetten in een cijfercode.

Oproepen

Nu de centrale de verbinding tussen beide toestellen tot stand heeft gebracht moet diezelfde centrale aan het aangeroepen toestel laten weten dat er een verbinding wordt aangevraagd. Dat toestel is nog steeds in rust en vormt dus een capacitieve belasting voor de PTT-lijn. De centrale zet nu een intermitterende wisselspanning op de lijn van dat toestel. Dit zogenaamde belsignaal heeft een frequentie van 25 Hz en een top-tot-top waarde van ongeveer 100 V. De grote condensator, die in serie met de bel is geschakeld, laat deze wisselspanning door. Er gaat dus een wisselstroom door de PTT-lijn vloeien die tot

gevolg heeft dat de bel in het aangeroepen toestel gaat bellen.
In moderne elektronische toestellen wordt dit grote wisselspanningssignaal gedetecteerd en gebruikt voor het sturen van een oscillator die een piëzoceramische transducer stuurt. Deze wekt dan, zolang de belsinussen op de lijn staan, een zoemtoontje op.

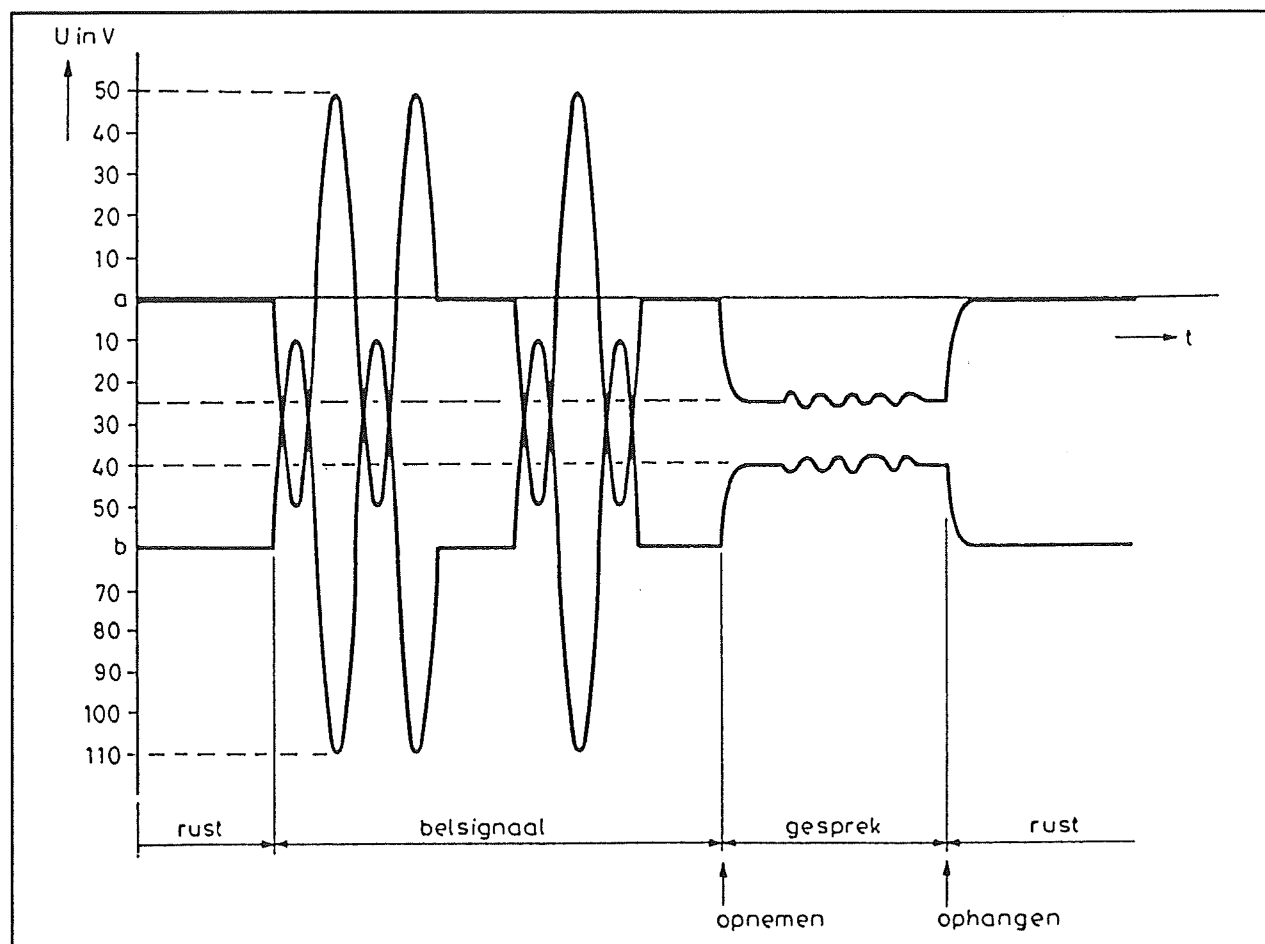
Kostenteller pulsen
Naast de beschreven signalen zet de centrale ook nog de zogenaamde kostenteller pulsen op de lijn. Iedereen kan bij de PTT een kostenteller huren. Dit apparaatje wordt op een speciale manier op de PTT-lijn geschakeld en registreert het aantal "tikken" van een telefoongesprek. Aan de hand van dit aantal tikken berekent de centrale de prijs van een gesprek.
Iedere kostenteller puls bestaat uit één periode van een wisselspanning met een top-tot-top waarde van ongeveer 150 V. Deze puls wordt zowel op ader a als op ader b gezet. Het gevolg is dat tussen beide aders geen spanningsverschil ontstaat en de telefoon niet eens bewust is van de aanwezigheid van deze pulsen. Tussen ader a en de aarde en tussen ader b en de aarde kan men deze pulsen echter wél meten. Vandaar dat een kostenteller niet alleen op de aders a en b wordt aangesloten, maar ook op de aarde.

Bij oude centrales wordt deze kostenteller puls automatisch verzonden naar ieder toestel dat een gesprek aanvraagt. Men kan dus ook zélf een tweede-handse kostenteller op de lijn aansluiten en bespaart de huurkosten.
Bij de nieuwe moderne computergestuurde centrales worden deze pulsen echter helaas alleen verzonden naar de toestellen van abonnees die bij de PTT een kostenteller hebben gehuurd! Het heeft dan uiteraard geen enkele zin te experimenteren met eigen bouwsels.

De polariteit van het PTT-net
Tussen de aders a en b van het PTT-net staat, zoals gezegd, steeds een gelijkspanning. In rust bedraagt deze ongeveer 60 V, in geactiveerde toestand ongeveer 15 V. Er is de laatste tijd in de vakliteratuur een hele discussie gevoerd over de polariteit van deze gelijkspanning. Of met andere woorden: is ader a positief of negatief ten opzichte van ader b?
De ene technicus meet een positieve spanning op a ten opzichte van b, de andere meet een negatieve spanning op a ten opzichte van b.
De PTT zélf doet daar erg geheimzinnig over en beweert dat de polariteit van de lijnspanning niet gegarandeerd kan worden. Het zou zelfs kunnen gebeuren dat deze polariteit midden in een gesprek omkeert.
Hoe dan ook, belangrijk gegeven is dus dat iedereen die schakelingen wil ontwerpen die rechtstreeks op het PTT-net worden aangesloten geen gebruik mag maken van deze polariteitsgegevens. Schakelingen die alleen werken als de spanning op punt a positief is ten opzichte van de spanning op punt b zijn dus uit den boze!

De PTT-lijn en de veiligheid
Naar aanleiding van een STER-spot, waarin iemand in bad lag te telefoneren, is er een diskussie ontstaan over de veiligheid van het PTT-net. Wie het voorgaande gelezen heeft weet dat er tussen de aders a en b een gelijkspanning van 60 V staat, die bovendien in staat is een flinke stroom te leveren. Algemeen aanvaard is een veilige spanningsgrens van 48 V. Het is dus niet zo verstandig in bad te telefoneren!

20.1 Het PTT-net



Figuur 3/20.1-2: Het signaalverloop bij een inkomend gesprek.

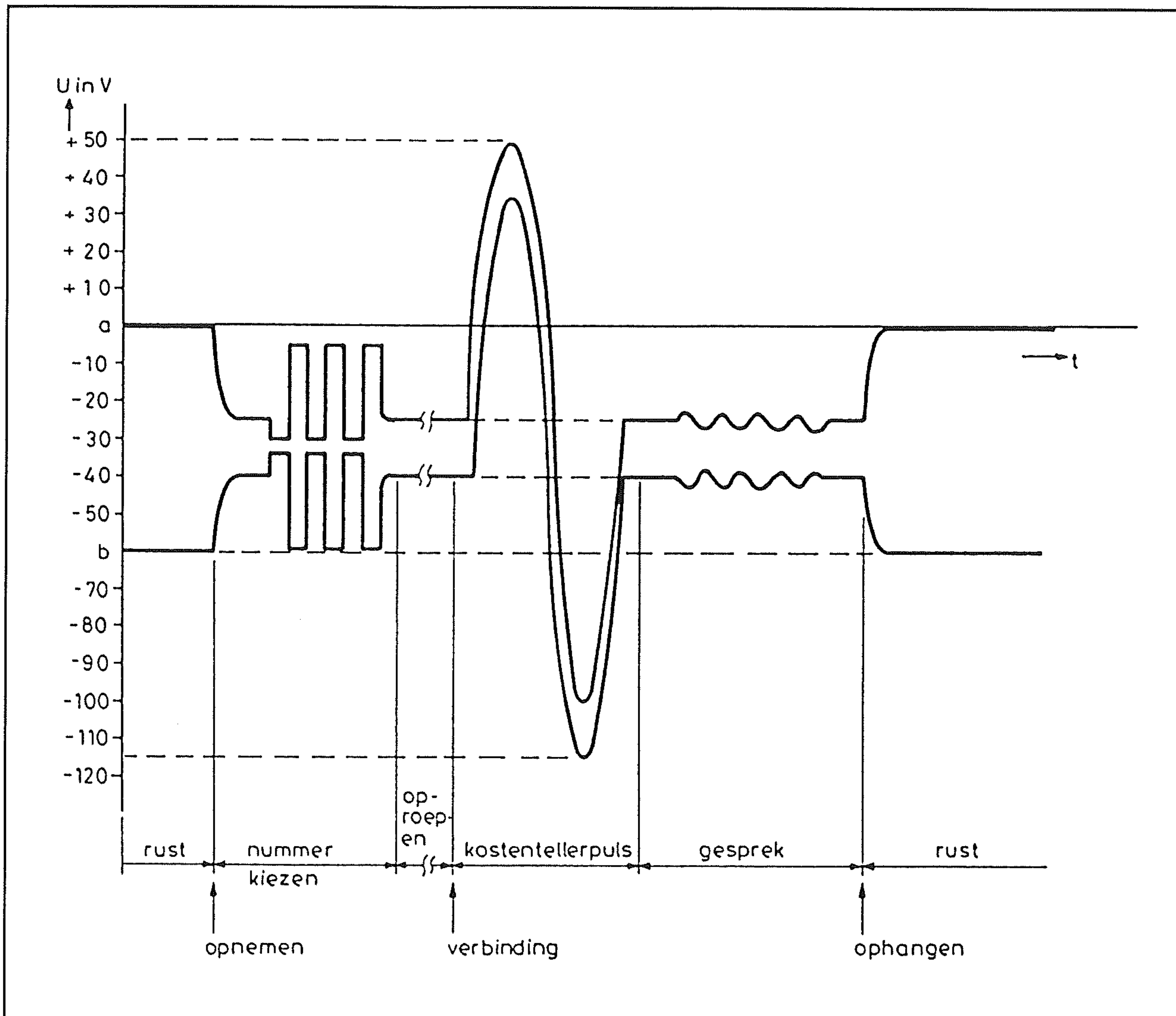
Als het toestel in het water valt, de badkuip niet geaard is en men toevallig de kraan aanraakt, dan kan er een levensgevaarlijke stroom door het lichaam vloeien.

Het PTT-signaal bij een inkomend gesprek

Aan de hand van de besproken feiten kan men het signaalverloop bij een inkomend gesprek samenvatten. Deze samenvatting is getekend in figuur 3/20.1-2.

- Rust
  In rust staat er tussen de aders a en b van de PTT-lijn een gelijkspanning van ongeveer 60 V, waarvan de polariteit wisselend kan zijn. In de grafiek is ader a positief genomen ten opzichte van ader b, maar dat hoeft dus niet het geval te zijn!
- Belsignaal
  Nadien wordt het belsignaal op de lijn gezet. Dat bestaat uit intermitterende wisselspanningsperioden met een frequentie van 25 Hz en een tot-tot-top waarde van ongeveer 100 V.
  Dit signaal wordt zowel op ader a als op ader b gezet, maar deze twee signalen zijn ten opzichte van elkaar geïnverteerd.
  Zodoende ontstaat tussen a en b een wisselspanning van ongeveer 160 V waarop de mechanische bel in het toestel aanspreekt.

20.1 Het PTT-net



Figuur 3/20.1-3: Het spanningsverloop op de PTT-lijn bij een uitgaand gesprek.

- Gesprek
  Na het opnemen van de hoorn valt de capacitieve belasting weg en gaat er een gelijkstroom door de lijn vloeien. Deze heeft tot gevolg dat de lijnspanning zakt tot ongeveer 15 V en dat de centrale stopt met het versturen van het belsignaal. De lijnstroom wordt nu gemoduleerd met het spraaksignaal. Ook dit wisselspanningssignaal wordt in tegenfase op beide aders van de lijn gezet. De gemoduleerde wisselstroom wekt in de primaire wikkeling van de trafo (zie figuur 3/20.1-1) een wisselspanning op en deze wordt via het magnetische veld van de trafo omgezet naar de secundaire wikkeling. Over de secundaire wikkeling staat het luidsprekertje van de hoorn. De microfoon wordt rechtstreeks doorlopen door de wisselstroom en moduleert deze extra als er in gesproken wordt.
- Rust
  Na het beëindigen van het gesprek en het ophangen van de hoorn gaat de lijnspanning weer naar ongeveer 60 V.

20.1 Het PTT-net

Het PTT-signaal bij een uitgaand gesprek

Op dezelfde manier kan men het signaalverloop bij een uitgaand gesprek samenvatten, zie figuur 3/20.1-3.

- Rust
  Er staat een gelijkspanning van ongeveer 60 V tussen de aders a en b van het net.
- Nummer kiezen
  Door het opnemen van de hoorn zakt de lijnspanning tot ongeveer 15 V en gaat er een lijnstroom door het net vloeien. De centrale weet nu dat een gesprek wordt aangevraagd en stelt zich in op het registreren van de kiespulsen of kiestonen. Door het draaien van de cijfers op de kiesschijf wordt de lijn pulsgewijs onderbroken, waardoor er korte pulsjes met een top-tot-top waarde van ongeveer 60 V op de lijn worden gezet. Bij kiestoon kiezen worden er op de 15 V lijnspanning toontjes gesuperponeerd, waarvan de frequentie afhankelijk is van het cijfer dat wordt ingetoetst.
  De centrale verwerkt de pulsen of de toontjes en maakt via een zeer ingewikkeld systeem de verbinding met het opgeroepen toestel.
- Kostenteller puls
  Ongeveer één seconde na het tot stand brengen van de verbinding wordt de eerste kostenteller puls op de lijn gezet. Deze bestaat uit één periode van een grote wisselspanning, die echter in fase op aders a en b wordt gezet. Het telefoontoestel, dat tussen die twee aders is geschakeld, merkt dus niets van deze signalen.
- Gesprek
  De lijnstroom wordt nu gemoduleerd met het spraaksignaal.
- Rust
  Na het beëindigen van het gesprek en het ophangen van de hoorn gaat de lijnspanning weer naar ongeveer 60 V.

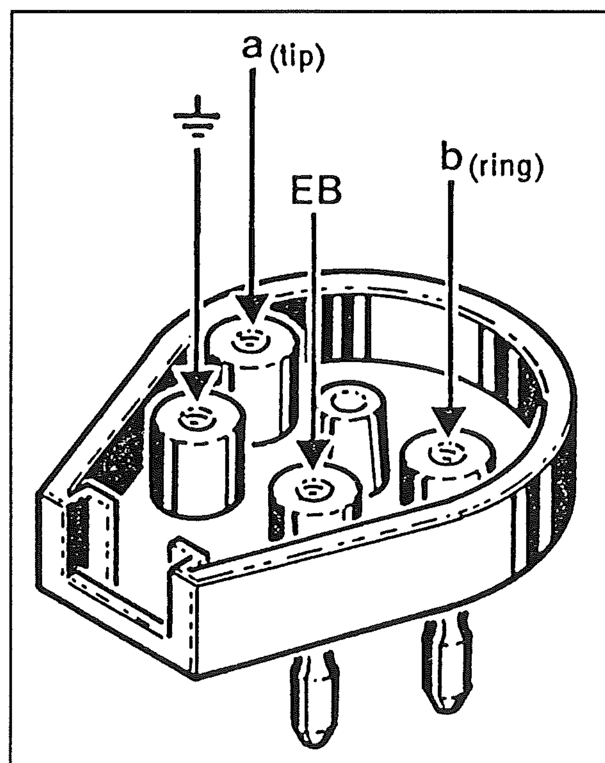
De symmetrie van het PTT-net

Bij de bespreking van het signaalverloop op het PTT-net is vaak sprake geweest van spanningen tussen de aders a en b. Meestal heeft men het in de elektronica over een spanning op één geleider. Als referentie wordt dan altijd de massa of de aarde bedoeld. De meeste elektronische schakelingen werken immers asymmetrisch. Dat wil zeggen dat zij alle spanningen en signalen altijd ten opzichte van de massa beschouwen.
Bij het PTT-net is dat echter niet het geval! Het PTT-net is volledig symmetrisch opgebouwd ten opzichte van de aarde. Het geluidsignaal kan men zowel tussen a en de aarde als tussen b en de aarde meten. Maar de telefoon zélf maakt geen gebruikt van de aarde en verwerkt alleen het spanningsverschil tussen a en b. Vandaar dat het noodzakelijk is alle signalen in tegenfase op a en op b te zetten. Zou men dit niet doen, dan zou er geen sprake zijn van een spanningsverschil tussen de symmetrische aders a en b en zou de telefoon niet kunnen werken.
De symmetrie van het PTT-net heeft als groot voordeel dat het niet noodzakelijk is het net uit te voeren met afgeschermde kabels. Als er storingen worden opgepikt (brom!), dan ontstaan die zowel op ader a als op ader b. De telefoon heeft er dan geen last van!

Die symmetrie van het PTT-net is een heilig goed en mag nooit ofte nimmer aangetast worden! Dat betekent concreet dat schakelingen die op de PTT-lijn worden aangesloten de a- en b-aders altijd

even veel moeten belasten naar de massa.

De PTT connector
De PTT werkt in Nederland met connectoren met vier stekers. Als men een dergelijke connector open schroeft ontstaat het plaatje van figuur 3/20.1-4.



Figuur 3/20.1-4: De standaard connector van de Nederlandse PTT.

De belangrijke aders a en b, waartussen het telefoonsignaal staat, moeten worden verbonden met de twee bovenste stekers, die het verst uit elkaar staan. Ader a wordt daarbij op de linker steker aangesloten, ader b op de rechter. Vaak worden deze twee stekers "tip" en "ring" genoemd.
De twee onderste stekers zijn bedoeld voor de aarde en de EB. Deze code staat voor "extra bel". Die twee stekers zijn niet belangrijk als men slechts één telefoon op de PTT-lijn zet. Als men een systeem met twee toestellen volgens de officiële richtlijnen van de PTT installeert zijn deze verbindingen wel van belang.

Kleurencodes
De Nederlandse PTT hanteert een gestandaardiseerde kleurencode voor het herkennen van de draden in een vieraderige PTT-kabel:
- ader a: rood;
- ader b: blauw;
- aarde: groen;
- EB: geel.

In goedkope elektronische toestellen wordt echter meestal volgens de Amerikaanse norm gewerkt:
- tip: groen;
- ring: rood.

De massa en de EB worden bij deze apparaten meestal niet aangesloten.

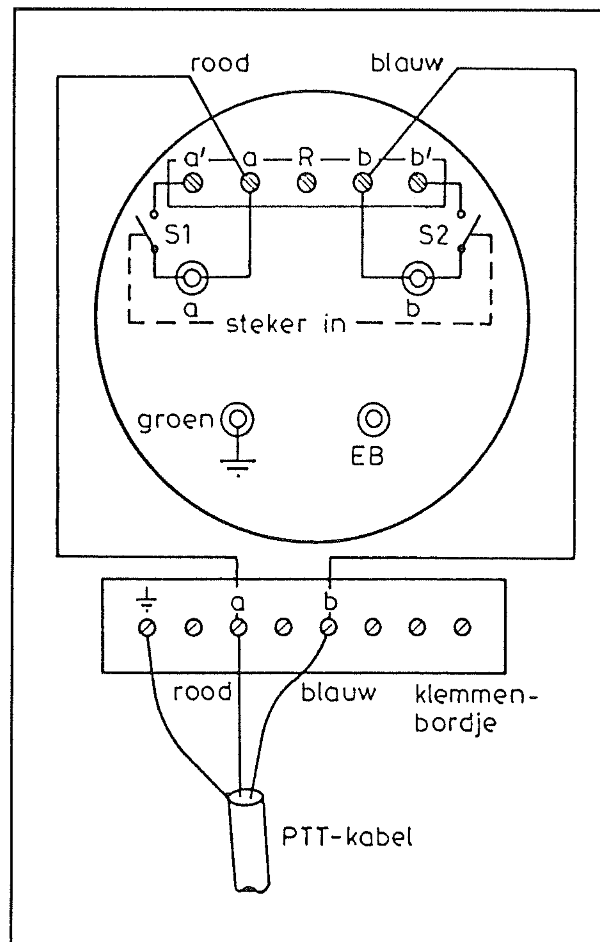
De PTT wandcontactdoos
Hoewel de PTT connector over slechts vier stekers beschikt, heeft de officiële wandcontactdoos van de PTT acht aansluitingen.
De interne structuur van een dergelijke wandcontactdoos is getekend in figuur 3/20.1-5.

De inkomende kabel van de PTT heeft een met de aarde verbonden metalen mantel die met de aarde van het klemmenbordje wordt verbonden. De rode ader a en de blauwe ader b gaan via het klemmenbordje naar de a en b contactbussen van de wandcontactdoos.
Naast de klemmen a en b staan twee extra klemmen a' en b'. Deze worden door middel van schakelaartjes met a en b verbonden als de telefoon connector **niet** in de wandcontactdoos zit. Dat is een door de PTT bedacht middeltje om te voorkomen dat in een huis met verschillende wandcontactdozen twee of meer telefoons pa-

20.1 Het PTT-net

rallel op de lijn worden gezet. De PTT heeft namelijk een hekel aan het parallel schakelen van verschillende telefoons op de lijn. Maar zoals bekend doet dit tegenwoordig zowat iedereen!

De contactbus EB wordt meestal rechtstreeks verbonden met de contactbus b. In het volgende hoofdstuk zal het nut van deze voorziening worden verklaard.
De contactbus aarde wordt **niet** verbonden met de metalen mantel van de inkomende PTT-kabel. Deze bus wordt alleen gebruikt bij sommige oude methoden om twee telefoons op één lijn te schakelen.
Tussen de klemmen a en b staat een extra klem met codering R. Deze wordt nergens mee verbonden en kan worden gebruikt als hulpcontact om twee draadjes met elkaar te verbinden.

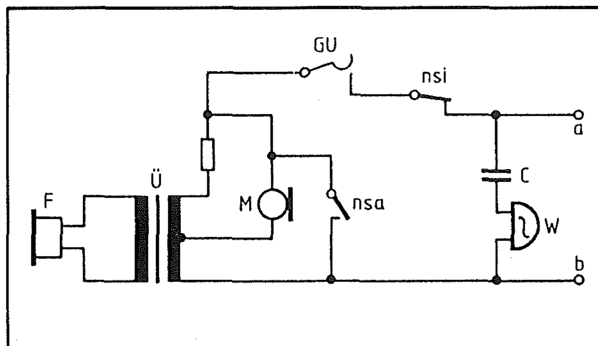


Figuur 3/20.1-5: De officiële wandcontactdoos van de Nederlandse PTT.

20.1 Het PTT-net

3/20.2
De kiespuls telefoon

Blokschema
Het vereenvoudigde blokschema van een klassieke kiespuls telefoon is getekend in figuur 3/20.2-1.



Figuur 3/20.2-1: Het vereenvoudigde blokschema van een kiespuls telefoon.

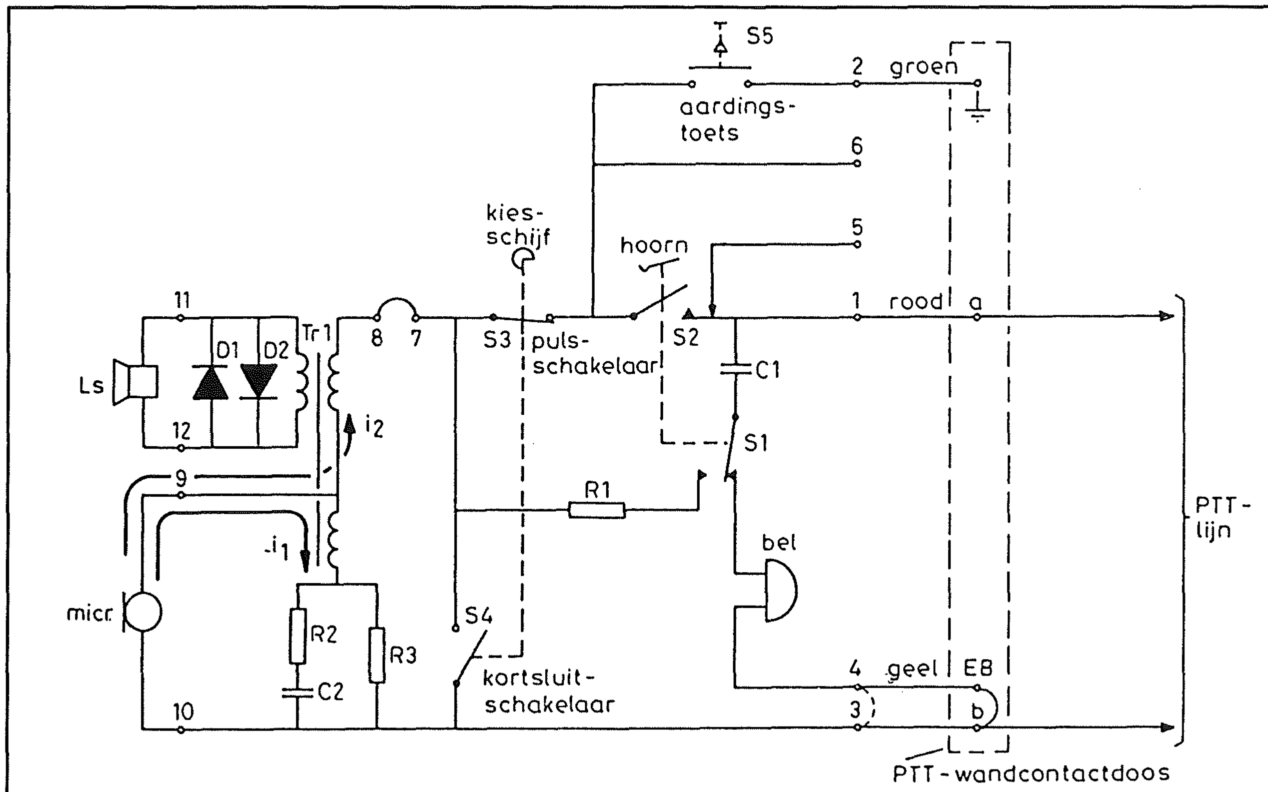
De schakelaar GU is de hoornschakelaar. Deze is geopend zolang de hoorn op de haak ligt. In deze situatie is alleen de serieschakeling van de telefoonbel W en de condensator C op de aders a en b van de PTT-kabel aangesloten. De telefoon vormt de voor deze rustsituatie noodzakelijke capacitieve belasting.

Neemt men de hoorn van de haak, dan sluit de schakelaar GU. Deze verbindt lijn a met het spreek/luister-gedeelte dat links getekend is. De PTT-lijn wordt nu inductief belast door de trafo U. De gelijkstroomweerstand van deze spoel zorgt voor de noodzakelijke lijnstroom, zodat de centrale weet dat de hoorn van de haak is gehaald. Deze lijnstroom ligt tussen 17 en 60 mA, afhankelijk van het type telefoon toestel.

De schakelaars NSA en NSI zijn verbonden met de kiesschijf. De schakelaar NSA is normaal geopend, de schakelaar NSI normaal gesloten. Als de schijf uit de ruststand wordt verdraaid sluit NSA. Deze schakelaar sluit dan het luister/spreekgedeelte kort, zodat de kiespulsen niet hoorbaar zijn in de hoorn. Bij het automatisch terug draaien van de schijf zal de schakelaar NSI een aantal keren kort openen. De lijnstroom wordt bij iedere opening onderbroken, zodat de kiespulsen op de lijn ontstaan. Het aantal openingen is gelijk aan het cijfer dat men heeft gedraaid. Bij cijfer 0 worden tien pulsjes op de lijn gezet. De frequentie van de pulsen is internationaal vast gelegd op 10 Hz met een tolerantie van +/-1 Hz. Het draaien van een 0 kost dus precies 1 s.

Er worden strenge eisen gesteld aan de puls/pause verhouding. De puls moet 61,5 % en de pause moet 38,5 % van de totale pulsperiode duren. Bovendien mogen deze karakteristieken een maximale afwijking van slechts 3 % hebben! Het mag dus een mirakel genoemd worden dat die oude kiesschijven tientallen jaren lang hun werk gedaan hebben zonder buiten deze toleranties te vallen.

20.2 De kiespuls telefoon



Figuur 3/20.2-2: Het interne volledig uitgewerkte schema van de T-65.

Tussen twee opeenvolgende pulsreeksen moet een pause ingelast worden van ten minste 800 ms.

De microfoon M is in het midden van de primaire wikkeling van de trafo aangesloten. Dit is zo gedaan om mogelijk rondzingen tussen de microfoon en de luidspreker F uit te sluiten. Bovendien zorgt deze schakeling ervoor dat men niet de eigen stem in de luidspreker hoort. De microfoon wekt twee stromen op, die in tegengestelde richting door de halve wikkelingen van de trafo vloeien. De twee magnetische velden die daarvan het gevolg zijn heffen elkaar dus op, zodat er secundair geen spanning wordt geïnduceerd.

Het T-65 toestel van de PTT

De PTT heeft jaren lang een standaard kiespuls toestel uitgeleverd. Dat was de beroemde grijze T-65, die nu weliswaar vervangen wordt door elektronische kiestoon apparaten, maar waarvan er ongetwijfeld nog honderd duizenden in gebruik zijn. Het is dus de moeite waard om het interne schema van dit apparaat aan een nader onderzoek te onderwerpen.
Het volledig uitgewerkte interne schema van dit apparaat is getekend in figuur 3/20.2-2.

Het vieraderige snoer is verbonden met een klemmenkastje met 12 schroefjes in de bodem van het apparaat. Door het loswrikken van een afdekplaatje krijgt men toegang tot dit klemmenbordje.
Het eerste dat opvalt is dat de interne bel niet vast met de b-ader van het PTT-net verbonden is. De onderste aansluiting van de bel wordt aangesloten op de klem EB (klem 4) en moet via een doorverbinding

met de klem b (klem 3) verbonden worden. Vaak is deze doorverbinding niet in de telefoon zélf aanwezig, maar in de connector of in de wandcontactdoos. Vaak is dit de simpele reden waarom een in de dumphandel gekochte telefoon het niet lijkt te doen.

De haakschakelaar die door het opleggen van de hoorn wordt bediend bestaat uit twee schakelaars S1 en S2. S2 schakelt op de bekende manier om tussen capacitieve en inductieve belasting. De tweede schakelaar S2 schakelt een weerstand R1 over de condensator C1 die in serie met de bel is opgenomen. Deze weerstand onderdrukt vonken die zouden kunnen ontstaan door de capacitieve belasting van de condensator bij het draaien van een nummer.
Met de schakelaar S2 is echter iets vreemds aan de hand! In rust is klem 1 doorverbonden met klem 5. Neemt men de hoorn van de haak, dan zal S2 sluiten, waarbij echter eerst klem 1 met schakelaar S3 wordt verbonden en nadien eerst de verbinding tussen de klemmen 1 en 5 wordt verbroken. In de tijd van de mechanische telefoons had dit zijn reden, maar tegenwoordig is dit soort schakelgrapjes volstrekt overbodig geworden.

De schakelaars S3 en S4 zijn de twee contacten van de kiesschijf. Als deze uit de ruststand wordt verdraaid sluit S4. Het spreek/luister-gedeelte wordt dan om de reeds bekende reden kortgesloten. Als de schijf terug draait zal via S3 de reeks pulsjes op de lijn worden gezet.

Tussen S3 en S5 is een aftakking aanwezig naar een drukschakelaar S5. Dat is het witte toetsje in de rechter onderhoek van de telefoon. Dit noemt men de "aardingsschakelaar" en deze schakelaar wordt gesloten als men op het knopje drukt. Deze schakelaar en de klemmen 2, 5 en 6 zijn noodzakelijk als men twee identieke telefoons op één PTT-lijn wil schakelen. Maar tegenwoordig doet niemand meer zo moeilijk! De praktijk is dat twee of meerdere elektronische telefoons gewoon parallel tussen de aders a en b van het PTT-net worden opgenomen. Officieel verboden, maar het werkt in de praktijk uitstekend. De problemen die daarbij kunnen ontstaan, bijvoorbeeld het mee rinkelen van de bel in de toestellen die in rust zijn, kunnen met een eenvoudige elektronische schakeling, een zogenaamde telefoon-splitter, verholpen worden.

Het spreek/luister-gedeelte van het apparaat is niet rechtstreeks met de PTT-lijn verbonden, maar via een metalen beugeltje dat de klemmen 7 en 8 door verbindt. De microfoon staat op de reeds beschreven manier geschakeld tussen de b-ader van het net en een aftakking van de trafo. Het netwerkje R2/R3/C2 zorgt voor de noodzakelijke frequentie-aanpassing van het microfoonsignaal aan de normen die de PTT stelt.
Over de luidspreker Ls zijn twee antiparallel geschakelde dioden opgenomen. Deze begrenzen het maximale luidsprekersignaal, zodat er nooit per ongeluk een doofmakende spanning over de luidspreker kan komen te staan.

Het klemmenkastje
Dat de PTT de interne schakeling van de T-65 zo flexibel heeft opgebouwd heeft natuurlijk een reden. Omdat bijna alle onderdelen naar het klemmenkastje gaan, kan men danig experimenteren en allerlei extra voorzieningen inbouwen zonder het gehele apparaat te moeten

slopen. Maar dat kan de lezer van dit hoofdstuk nu uiteraard ook! In de volgende paragraafjes worden enige van deze extra's in het kort besproken.

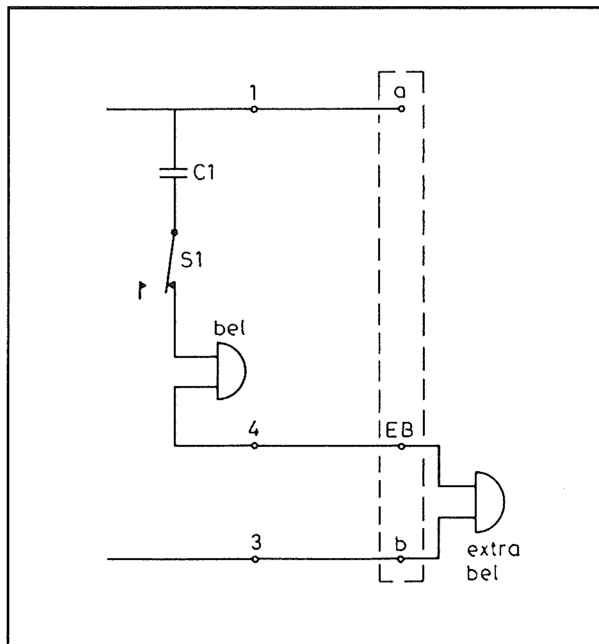
Een extra bel

Een extra bel kan volgens het schema van figuur 3/20.2-3 op het apparaat worden aangesloten.

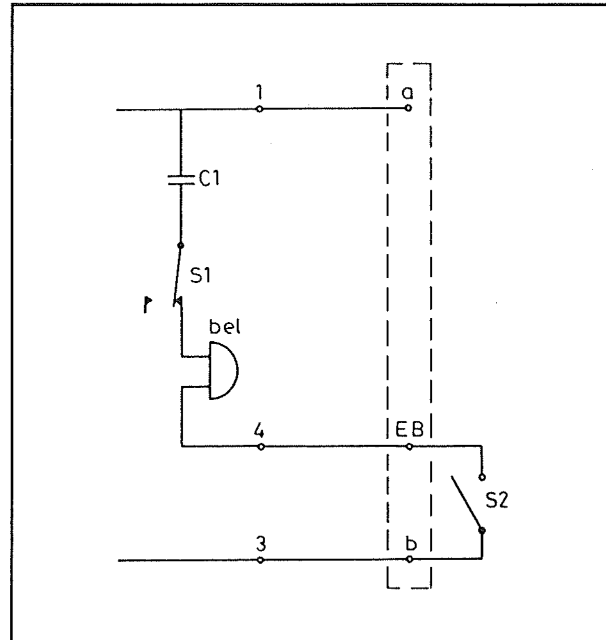
De verbinding tussen EB en b (klemmen 3 en 4) moet dan uiteraard worden verbroken. Zoals reeds opgemerkt kan deze verbinding op drie verschillende plaatsen zijn aangebracht:

- op het klemmenbordje van de telefoon;
- in de PTT connector;
- in de PTT wandcontactdoos.

Vaak zit er in een extra bel, die men in de dump koopt, ook een seriecondensator. Deze moet dan worden kortgesloten, want één condensator in serie met de twee bellen is meer dan voldoende.



Figuur 3/20.2-3: Het aansluiten van een extra bel op een T-65.



Figuur 3/20.2-4: Het monteren van een "niet-storen"-schakelaar op de telefoon.

Uitschakelen van de bel

Wie niet gestoord wil worden tijdens het middagdutje legt de hoorn naast de haak. Een slechte gewoonte waar de PTT erg treurig van wordt. Er vloeit dan immers continu een lijnstroom en de centrale denk dat het de bedoeling is een verbinding tot stand te brengen. Op deze manier houdt men uren lang een lijn bezet!

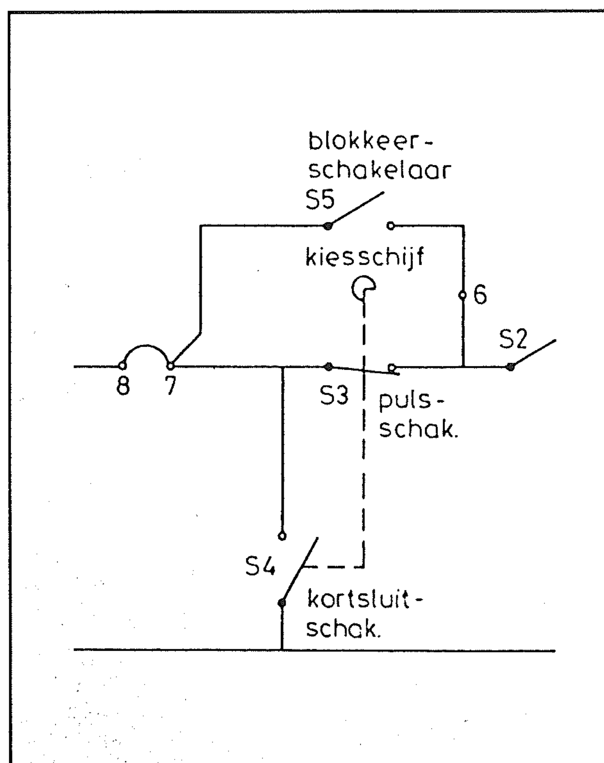
Veel beter kan men gebruik maken van het schema van figuur 3/20.2-4.

Het volstaat de doorverbinding tussen de klemmen 3 en 4 van het klemmenbordje te vervangen door een enkelpolige schakelaar S2. Als deze schakelaar geopend is kan men niet meer lastig gevallen worden door een rinkelende telefoon, maar kan men wél zelf blijven opbellen.

Het blokkeren van uitgaande gesprekken

In iedere PTT-winkel zijn mechanische sloten te koop, die men op de kiesschijf

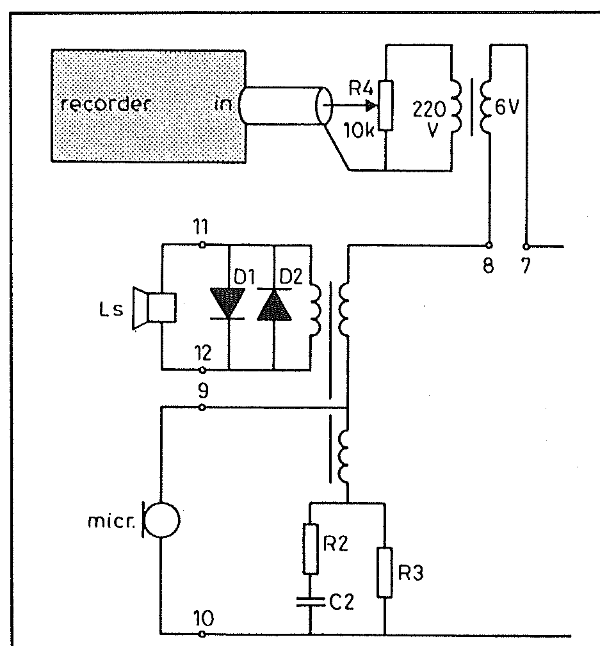
kan monteren. Hiermee kan men de kiesschijf vergrendelen zodat het onmogelijk is op te bellen. Inkomende gesprekken kunnen uiteraard wél beantwoord worden! Het kan ook eenvoudiger en vooral goedkoper! Kijk maar naar het schemaatje van figuur 3/20.2-5, waarin met één extra enkelpolige sleutelschakelaar hetzelfde effect wordt bereikt.



Figuur 3/20.2-5: Het aanbrengen van een schakelaar waarmee uitgaande gesprekken worden geblokkeerd.

Als de schakelaar open is werkt de telefoon op de normale manier. Sluit men de schakelaar door de sleutel om te draaien, dan wordt de pulsschakelaar van de kiesschijf overbrugd. Men kan nu zoveel draaien aan de kiesschijf als men wil, er worden geen kiespulsen op de lijn gezet! Maar ook nu worden inkomende gesprekken niet geblokkeerd.

Opnemen van gesprekken
Soms bestaat de behoefte om belangrijke telefoongesprekken voor het nageslacht te bewaren door deze op te nemen op een kassetterecorder. Het is dan echt niet verstandig de kassetterecorder gewoon tussen de aders a en b van het PTT-net te schakelen!
Op de eerste plaats voldoet een dergelijke methode op geen enkele manier aan de eisen die de PTT stelt. Men zou daar natuurlijk de schouders over kunnen ophalen en denken "wat niet weet wat niet deert". Maar die eisen heeft de PTT niet voor niets opgesteld. Vergeet niet dat PTT-technici vaak onder vochtige weersomstandigheden in gaten in de grond aan hun kabels werken en het nog steeds niet de bedoeling is dat deze mensen geëlectrocuteerd worden!



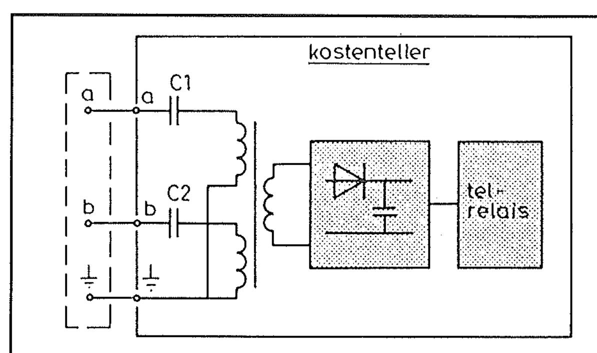
Figuur 3/20.2-6: Het veilig aansluiten van een kassetterecorder op een telefoon.

En, wie weet, het zou wel eens ooit kunnen gebeuren dat iemand door ondeskundig

een recorder op de lijn aan te sluiten onbewust de netspanning op een ader van de PTT-lijn zet! Het volstaat dat de voedingstrafo in de recorder niet in orde is en er ontstaat een lek tussen het net en de lijn-ingang. Misschien niet voldoende lek om onder normale omstandigheden iets te voelen, maar nét voldoende om in een gat vol vochtige aarde een behoorlijke schok te krijgen. Knutselen aan het PTT-net, okee, maar dan wél volgens de richtlijnen van het bedrijf!
Op de tweede plaats ontstaan tussen de aders a en b grote spanningen die de ingangstrappen van de recorder kunnen beschadigen.

Hoe het wél kan is getekend in figuur 3/20.2-6. De kortsluiting tussen de klemmen 7 en 8 wordt verwijderd. Tussen deze klemmen wordt de 6 V wikkeling van een kleine voedingstrafo aangesloten. De 220 V wikkeling wordt overbrugd met een potentiometer van 10 kΩ. De loper van deze potentiometer en een van de aansluitingen van de wikkeling gaan via een afgeschermde kabel naar de lijn-ingang van de recorder.
Met de potentiometer kan men het opname-niveau instellen. Bel daarvoor enige malen naar de sprekende klok of het weerbericht en experimenteer met de meest ideale instelling.
Groot voordeel van deze methode is dat de kiespulsen niet worden opgenomen op de recorder. Deze worden immers kortgesloten door de schakelaar S4, die vóór de klemmen 7 en 8 staat. Alleen het gesprek verschijnt op de band.

Aansluiten van een kostenteller
In de dump zijn voor een prikje oude kostentellers te koop. Deze mechanische apparaten kunnen volgens het schema van figuur 3/20.2-7 op de telefoon worden aangesloten.



Figuur 3/20.2-7: Het aansluiten van een oude, mechanische kostenteller op de PTT-lijn.

De klemmen a en b van de teller worden verbonden met de gelijknamige klemmen op het klemmenbordje in de wandcontactdoos van de PTT. De derde klem, de aarde, gaat naar de aardingsklem in de wandcontactdoos.
De werking van het systeem is eenvoudig. Zoals bekend worden de kostenpulsen in fase op de aders a en b gezet. Deze pulsen worden via een capacitieve koppeling (C1 en C2) aan twee wikkelingen van een trafo aangeboden. De twee overige aansluitingen van deze wikkelingen gaan naar de aarde. De kostenpulsen veroorzaken stromen in de twee wikkelingen. De wikkelingen worden echter zo aangesloten, dat deze stromen in dezelfde richting door de trafo lopen. De twee magnetische velden in de kern versterken elkaar dus, zodat er secundair bij iedere kostenpuls op de lijn een spanning ontstaat. Deze spanningspuls wordt gelijkgericht en bedient een relais waaraan een mechanische teller gekoppeld is.
Noteer dat de belpulsen, die ongeveer even groot zijn als de kostenpulsen, het systeem niet beïnvloeden. Deze belpulsen worden immers in tegenfase op de aders

20.2 De kiespuls telefoon

a en b gezet. In de trafo van de kostenteller wekken deze signalen twee tegengesteld lopende stromen op. De magnetische velden in de kern zijn weliswaar even groot, maar tegengesteld gericht en heffen elkaar op. Secundair ontstaat geen spanning.

20.2 De kiespuls telefoon

3/20.3
De kiestoon telefoon

Het DTMF-systeem

Kiesschijf contra druktoetsen
Telefoons met terugdraaiende kiesschijf worden langzaam maar zeker vervangen door exemplaren met druktoetsen.
Deze zogenoemde kiestoon telefoons zetten geen kiespulsen op de PTT-lijn, maar kiestoontjes. Deze kiestoontjes hebben voor iedere toets een welbepaalde gestandaardiseerde frequentie en kunnen in de centrale opgepikt worden om de juiste verbinding tot stand te brengen.
Nu is dit iets ingewikkelder dan het lijkt! Het PTT-net is een zeer storingsgevoelig net, waarop allerlei soorten stoorsignalen aanwezig zijn. Bovendien is het net zeer smalbandig. Men kan geen HF-signalen op de lijn zetten, want de capacitieve belasting van de lijn zou deze onmiddellijk kortsluiten. Men is dus gedwongen laagfrequente toontjes te gebruiken die wat hun frequentiebereik betreft binnen de spraakband vallen.
Zou men echter iedere toets koppelen aan slechts één frequentie, dan zou het systeem veel te gevoelig worden voor storingen. Het zou dan volstaan dat er in de conversatie tussen twee deelnemers even een signaaltje zat met een constante frequentie die precies gelijk is aan een van de kiestoontjes, om het systeem verkeerd te laten reageren.

Dual Tone Multi Frequency
In plaats van enkelvoudige toontjes die overeen komen met de cijfers worden toonparen gebruikt met dezelfde functie. Deze toonparen bestaan uit de som van twee verschillende frequenties. Van daar de naam "Dual Tone Multi Frequency" (DTMF). Deze toonparen worden aan de zendzijde (bijvoorbeeld in het telefoontoestel) opgewekt en aan de andere kant (meestal de centrale) gedetecteerd. Het detecteren gebeurt in de eerste plaats in de centrale, waar immers de juiste verbinding moet worden gemaakt, maar ook thuis kunnen deze signalen van pas komen.
Denk bijvoorbeeld aan het op afstand bedienen van een antwoordapparaat en het aanzetten van de buitenverlichting. Nadat de verbinding tot stand is gekomen worden dan wat extra cijfers ingetoetst om de gewenste functies uit te laten voeren.

Het kiessysteem met DTMF-signalen werd ontwikkeld door het Bell Laboratorium en in het midden van de jaren '60 in Amerika geïntroduceerd, waarna het als standaard werd aanbevolen door organisaties als:
- CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee);
- CEPT (Conference of European Postal Telecommunications Administrations);

- NTTPC (Nippon Telegraph and Telephone).

Het systeem werd dus wereldwijd geaccepteerd en is als dusdanig ook een wereldstandaard geworden.

Signaal samenstelling

Het DTMF-signaal bestaat uit de optelling van twee signalen met frequenties in de spreekband.

Eén van deze signalen wordt geselecteerd uit de "lage groep" en het andere uit de "hoge groep".

De lage groep bestaat uit vier frequenties: 697, 770, 852 en 941 Hz.

De hoge groep heeft ook vier frequenties, namelijk 1.209, 1.336, 1.477 en 1.633 Hz.

In figuur 3/20.3-1 wordt de verdeling van deze frequenties over de toetsen getoond.

ROW \ COLUMN	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

(FREQUENCIES IN Hz)

Figuur 3/20.3-1: Indeling van een standaard toetsenbord met bijbehorende DTMF-frequenties.

In totaal heeft het systeem dus de mogelijkheid om zestien codes uit te zenden en weer te ontvangen. Daarvan worden er uiteraard tien in beslag genomen door de cijfers een tot en met nul en twee voor de op iedere telefoon aanwezige toetsen # en *. De vier overigen worden gecodeerd met de letters A, B, C en D en worden gebruikt voor besturingsdoeleinden. De meeste telefoons hebben slechts 12 toetsen en maken geen gebruik van deze allerhoogste frequentiegroep.

In de tabel van figuur 3/20.3-2 zijn de frequentieparen voor de in totaal zestien toetsen van het toetsenbord nog eens op een rijtje gezet.

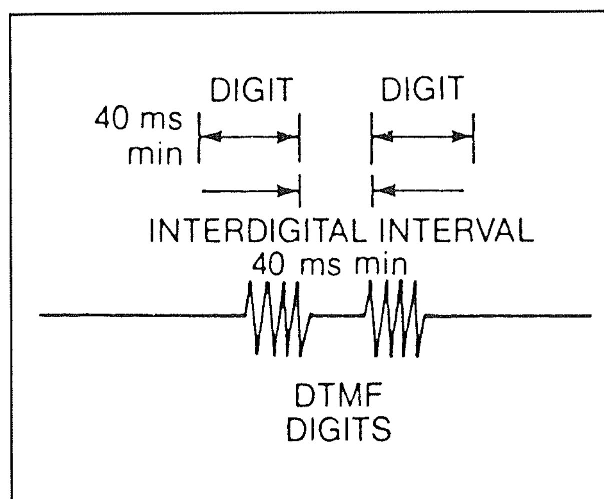
SIGNAL	LOW-FREQUENCY COMPONENT (Hz)	HIGH-FREQUENCY COMPONENT (Hz)
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477
4	770	1209
5	770	1336
6	770	1477
7	852	1209
8	852	1336
9	852	1477
0	941	1336
*	941	1209
#	941	1477
A	697	1633
B	770	1633
C	852	1633
D	941	1633

Figuur 3/20.3-2: De aan de zestien toetsen van een standaard toetsenbord toegekende frequentieparen.

Aan de frequentie-stabiliteit van de toontjes worden vrij hoge eisen gesteld.

20.3 De kiestoon telefoon

De maximale afwijking is vastgelegd op +/-1,5 %.
Ook de manier waarop de toontjes via de PTT-lijn worden verzonden is gestandaardiseerd. Na druk op een toets moet de betreffende frequentie-combinatie gedurende 40 ms op de lijn worden gezet. Tussen twee toontjes zit een dode tijd van eveneens 40 ms. Deze toonopvolging is voorgesteld in figuur 3/20.3-3.



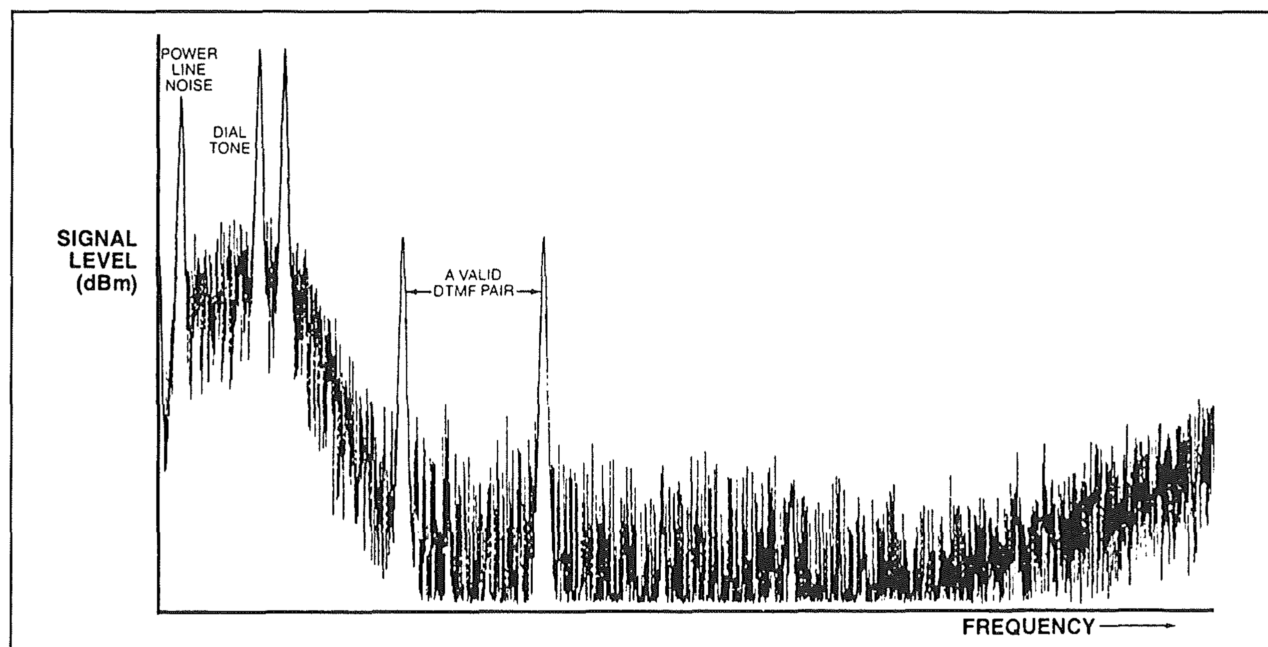
Figuur 3/20.3-3: De toontjes worden in een ritme van 40 ms op de PTT-lijn gezet.

Men kan zich de vraag stellen hoe deze dual tone pulsjes zich gedragen op een volledig gestoorde PTT-lijn. In de grafiek van figuur 3/20.3-4 is het frequentiespectrum getekend van een dergelijke lijn. In dit spectrum treft men vijf duidelijke frequentiepieken aan. De meest linkse, "Power Line Noise" genoemd, wordt veroorzaakt door de op het net aanwezige 50 Hz brom van de netspanning. Het PTT-net mag dan wel een gebalanceerd net zijn, maar als dit net iets in onbalans komt, dan zal de brom op ader a en op ader b niet meer precies gelijk zijn en wordt er toch wat residu van dit signaal hoorbaar. De twee volgende piekjes, met frequenties van 400 en 480 Hz, zijn de zogenoemde "Dial Tones". Deze ontstaan als de centrale de "lijn vrij"-toon op de lijn zet. De twee meest rechtse piekjes zijn de frequenties van een DTMF-paar. Uit deze grafiek blijkt duidelijk dat de frequenties van de DTMF-signalen zo gekozen zijn dat zij niet kunnen interfereren met andere signalen op het PTT-net. Dat maakt het de DTMF-ontvangers wat gemakkelijker om de aanwezigheid van een kiestoontje op het net ondubbelzinnig en foutloos te kunnen detecteren.

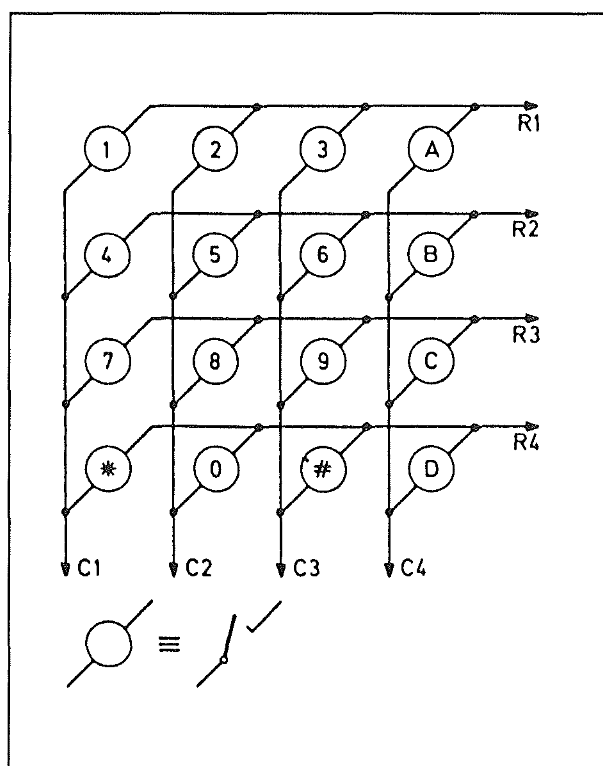
Het genereren van de DTMF-signalen
Voor het genereren van de toonparen heeft men speciale IC's ontwikkeld die men DTMF-generatoren noemt. Deze IC's worden in de meeste gevallen bestuurd vanuit het toetsenbordje in de telefoon.
Maar zoals later zal blijken zijn er ook DTMF-generatoren ontwikkeld, die digitaal bestuurd kunnen worden. Deze schakelingen worden onder andere gebruikt in automatische alarmmelders, die volledig zelfstandig ingeprogrammeerde nummers kunnen oproepen.

Een typisch toetsenbordje is georganiseerd in een rij- en kolomformaat (4 rijen bij 3 of 4 kolommen). Wordt een met een cijfer overeenkomende toets ingedrukt, dan wordt op het kruispunt één rij (R1 tot en met R4) en één kolom (C1 tot en met C4) geselecteerd (bijvoorbeeld R2 en C2 voor het cijfer 5).
In figuur 3/20.3-5 is deze matrix-gewijze contactering van een standaard telefoontoetsenbord getekend.
Dit soort toetsenborden wordt "2-out-of-8" toetsenborden genoemd.

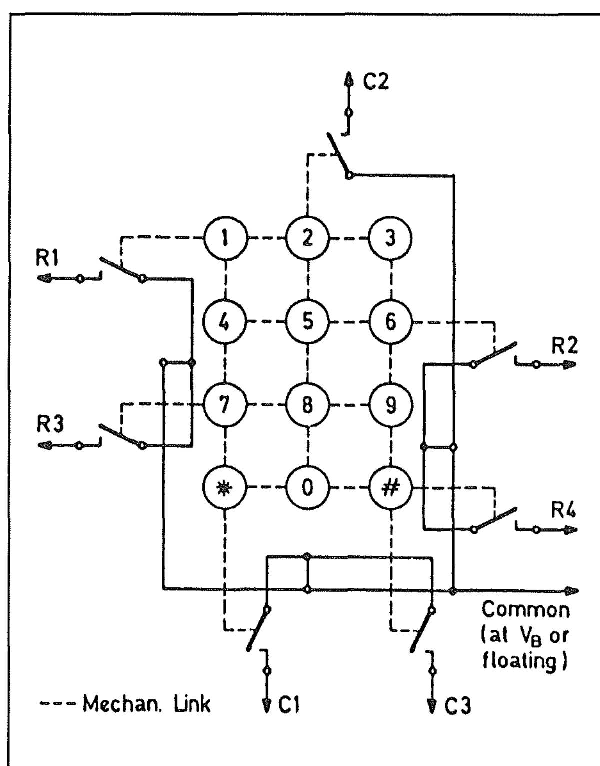
20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-4: Uit dit frequentiespectrum van de PTT-lijn blijkt duidelijk dat de DTMF-toontjes zich ondubbelzinnig van alle overige signalen onderscheiden.



Figuur 3/20.3-5: Een standaard telefoontoetsenbord is onder de vorm van een 4x4 matrix opgesteld.



Figuur 3/20.3-6: Een toetsenbordje met twaalf toetsen en slechts zeven schakelaars.

20.3 De kiestoon telefoon

Het rijsignaal dat dan aktief is selecteert één van de frequenties uit de lage groep, terwijl het kolomsignaal één van de hoge frequenties kiest.

Zoals reeds opgemerkt wordt in standaard DTMF-systemen de hoogste hoge frequentie (1.633 Hz = C4) niet gebruikt omdat hiermee geen cijfers worden gekozen.

In sommige goedkope telefoons treft men een toetsenbordje aan dat georganiseerd is volgens het in figuur 3/20.3-6 getekende schema. Er zijn nu slechts zeven schakelaars aanwezig, die op een bepaalde manier bediend worden door de twaalf toetsen. Drukt men bijvoorbeeld op de toets van het cijfer vijf, dan sluiten de schakelaars C2 en R2. Wie deze figuur vergelijkt met de vorige zal vaststellen dat het resultaat identiek is! Dit soort toetsenborden wordt "form A" of "calculatortype" genoemd.

Voordelen van DTMF
Vergeleken met het kiespuls systeem heeft het kiestoon systeem een aantal grote voordelen.

- Snelheid
  Het kiezen met een kiestoon telefoon gaat beduidend sneller dan met een kiespuls telefoon.
  De kiespulsen worden immers in een ritme van 1 per 100 ms uitgezonden. Het kiezen van een nul kost dus alleen al één seconde. Bij kiestoon telefonie neemt het kiezen van gelijk welk cijfer slechts 80 ms in beslag, namelijk 40 ms voor de puls en 40 ms voor de verplichte pause achter de puls.
- Automatisering
  Er verschijnen steeds meer apparaten op de markt die in staat zijn automatisch telefoonnummers te kiezen (denk maar aan modems, alarmmelders, bejaardenbewakers). Voor de ontwerpers van dit soort apparatuur is de introductie van het DTMF-systeem een ware uitkomst! Het is namelijk veel eenvoudiger om elektronisch een aantal toontjes op de PTT-lijn te zetten dan schakelingen te verzinnen die de lijn kortsluiten.
- Elektronische centrales
  Het DTMF-systeem is veel geschikter voor het aansturen van elektronische centrales dan het puls-systeem. De toontjes kunnen met een heel eenvoudige schakeling gedetecteerd worden en omgezet in een binaire code. Deze binaire codes kunnen via een microprocessor razend snel elektronische schakelaars besturen, die de verbinding volledig elektronisch tot stand brengen.
- "Remote control"
  Een laatste groot voordeel van het toonsysteem is reeds vermeld in de inleiding. Ook als men in gesprek is kan men toonpulsjes op de PTT-lijn zetten door een van de toetsen van het toetsenbordje in te duwen. Op deze manier is het vrij gemakkelijk om via de telefoon apparatuur op afstand te bedienen.
  Een andere toepassing van deze "Remote Control" is het afvragen van de telefoon door middel van een computer. De telefonische bestelcomputer van een verzendhuis als Wehkamp werkt bijvoorbeeld al met een dergelijk systeem. Door op vragen van de computer te antwoorden met het intoetsen van cijfercodes kan men een bepaalde bestelling doorgeven. Ook volledig automatische enquêtes maken van deze techniek gebruik.

20.3 De kiestoon telefoon

Het blokschema van een DTMF-toestel

Inleiding
Enige opmerkingen vooraf.
Kiestoon apparatuur moet uiteraard volledig compatible zijn met kiespuls apparatuur. Niet iedereen is immers in het bezit van een moderne elektronische telefoon en dat betekent dat een lijn nog steeds vrij gemaakt moet worden door over te schakelen van capacitieve naar resistieve belasting. Hierdoor gaat er een stroom door de PTT-lijn vloeien en deze stroom wordt in de centrale gedetecteerd en is het sein dat het apparaat een verbinding wil opbouwen.
Een tweede belangrijke opmerking is dat de polariteit van het PTT-net niet gegarandeerd wordt. Ader a kan zowel positief als negatief zijn ten opzichte van ader b. Nu is dat bij niet elektronische telefoons geen probleem. Die schakelingen zijn niet gevoelig voor de polariteit van de voedingsspanning. Bij elektronische telefoons ligt dat uiteraard heel anders! De voedingsspanning voor de IC's wordt uit de gelijkspanning gehaald die op het PTT-net staat. En dus moet men bij elektronische telefoons terdege rekening houden met de polariteit. Dat komt er op neer dat een elektronische telefoon altijd via een bruggelijkrichter met de aders van het PTT-net wordt verbonden. Deze brug zorgt ervoor dat, wat ook de polariteit is van ader a ten opzichte van ader b, na de brug altijd dezelfde polariteit is terug te vinden.

Het blokschema
Een kiestoon telefoon ziet er heel anders uit dan een kiespuls telefoon. Het blokschema van een standaard DTMF-apparaat is getekend in figuur 3/20.3-7.

Het blokschema van een elektronische DTMF-telefoon bestaat steeds uit onderstaande delen:
- een ingangsschakeling naar het PTT-net toe;
- een voedingsstabilisator;
- het spreek/luister netwerk (Speech Network);
- de belschakeling (Tone Ringer);
- de DTMF-generator;
- het toetsenbord;
- eventueel een microprocessor-interface.

Tegenwoordig is men in staat al deze blokken (behalve het laatste) in één LSI-IC te integreren. Een elektronische telefoon in de meest eenvoudige uitvoering bevat niets meer dan één IC, een toetsenbordje, de haakschakelaar met bijbehorende componenten, een piëzo-ceramisch zoemertje, een electret microfoontje en een luidsprekertje.

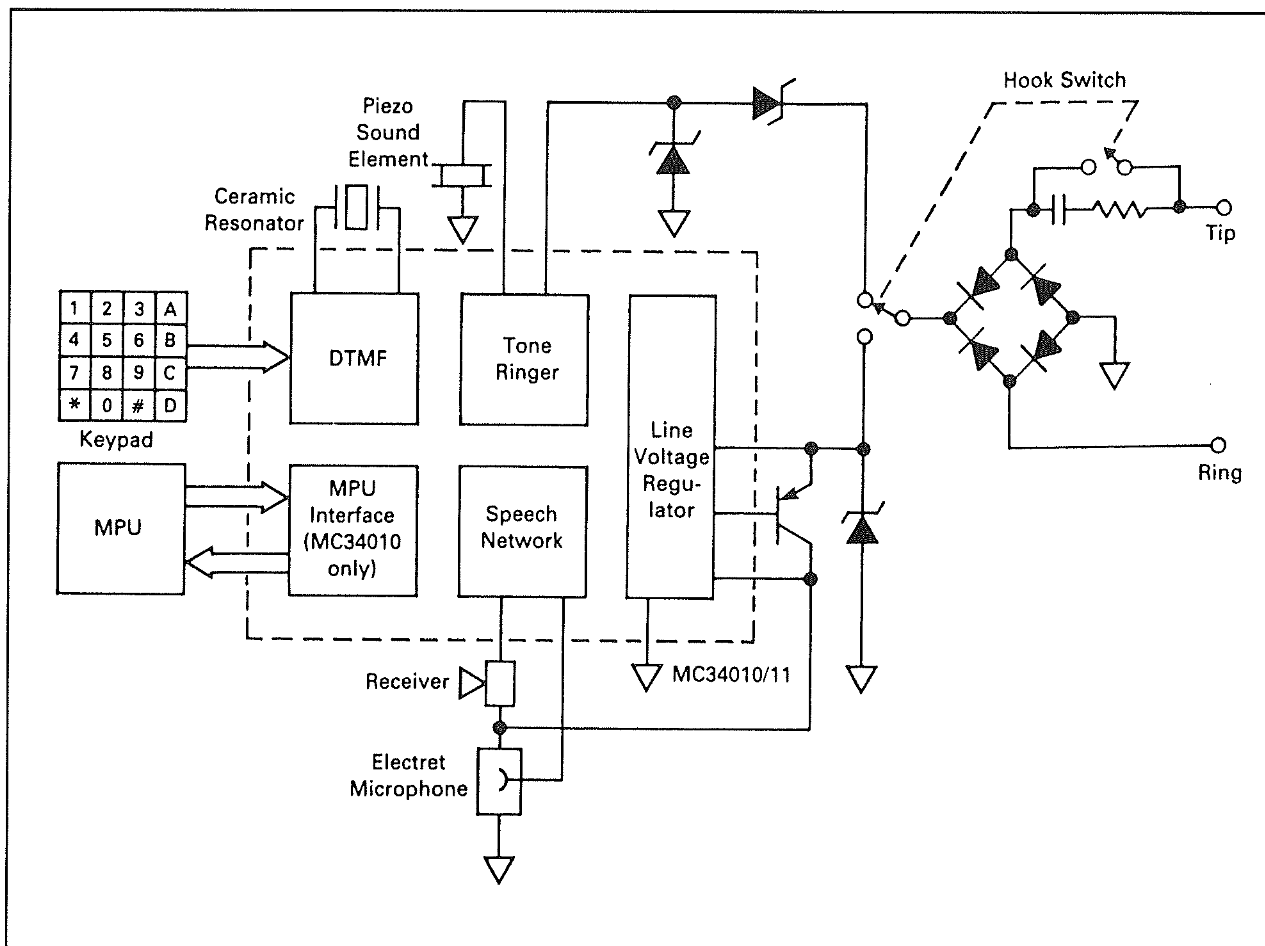
Een korte bespreking
De belangrijkste onderdelen van het Bell-systeem, te weten:
- de DTMF-generator;
- de DTMF-ontvanger;
- de Tone Ringer;
- het Speech Network;

zullen in afzonderlijke subhoofdstukken besproken worden.

In deze paragraaf wordt een korte beschrijving gegeven van de onderlinge samenhang tussen de verschillende blokken.

De haakschakelaar staat in de tekening in de ruststand.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-7: Het blokschema van een DTMF-telefoon.

De aders van het net zijn nu capacitief op het apparaat aangesloten, zoals het hoort. Als het belsignaal op de lijn wordt gezet zal dit wisselspanningssignaal via de condensator aan de ingang, de diodebrug en het tweede segment van de haakschakelaar naar het blokje "Tone Ringer" gaan. Deze schakeling detecteert het belsignaal en stuurt een 400 Hz wisselspanning naar de piëzo-ceramische transducer. Deze maakt het bekende geluid, men weet dat er wordt opgebeld. De hoorn wordt van de haak genomen, met als gevolg dat de haakschakelaars omschakelen. De condensator aan de ingang wordt overbrugd, de diode-brug krijgt spanning en zorgt ervoor dat het knooppunt van de twee kathoden steeds positief wordt ten opzichte van het knooppunt van de twee anoden.

Het tweede segment van de haakschakelaar legt het signaal van het PTT-net aan de "Line Voltage Regulator". Dit blok maakt uit de gelijkspanning op de lijn een mooie gestabiliseerde voedingsspanning voor de rest van de schakeling en zorgt er bovendien voor dat de lijn voldoende belast wordt, zodat de minimaal vereiste lijnstroom vloeit. Toetst men een nummer in, dan zorgt de DTMF-generator ervoor dat de kiestoontjes in de juiste volgorde, met de juiste tijdsduur en met de juiste onderlinge afstand op het PTT-net worden gezet.

Het "Speech Network" verzorgt het hoor- en spreekgedeelte van het apparaat.

De DTMF-generator

Algemene principes

Het algemene blokschema van een DTMF-generator is getekend in figuur 3/20.3-8.
De meeste DTMF-generatoren (ook wel -encoders of -diallers genoemd) bevatten een complete oscillatorschakeling waarop alleen een standaard 3,58 MHz kristal (3,579545 MHz +/- 0,02 % om precies te zijn) moet worden aangesloten. Deze basisfrequentie wordt dan met programmeerbare delers zodanig gedeeld dat de rij- en kolomfrequenties ontstaan. De sinusvormige toontjes worden dus digitaal gegenereerd, vandaar dan ook dat in iedere generator een digitaal naar analoog omzetter aanwezig is.
Deze zorgt voor een stapvormige benadering van de sinus.

Wanneer het sluiten van een toets wordt gedetecteerd, ontstaan in de generator twee sinusvormige signalen die er uitzien als geschetst in figuur 3/20.3-9. Deze sinusvormen kunnen op twee manieren worden bereikt.
Ofwel met twee acht-traps Johnson tellers of met twee D/A-omzetters (bij nieuwere DTMF-generatoren).
De twee sinussignalen worden tenslotte in een optelschakeling lineair bij elkaar opgeteld. Het resultaat is getekend in figuur 3/20.3-10.

Het feit dat DTMF-generatoren de sinusspannigen digitaal simuleren heeft tot gevolg dat er nogal wat hogere harmonischen in het signaal zitten. Deze hogere harmonischen kunnen stoorsignalen op het PTT-net veroorzaken. Diverse landelijke in internationale normen stellen een bepaalde maximale harmonische verontreiniging vast. Vandaar dat op de meeste DTMF-generatoren filters kunnen worden aangesloten, die een soort afsnijwerking hebben waardoor de harmonischen van de sinussen worden verzwakt.

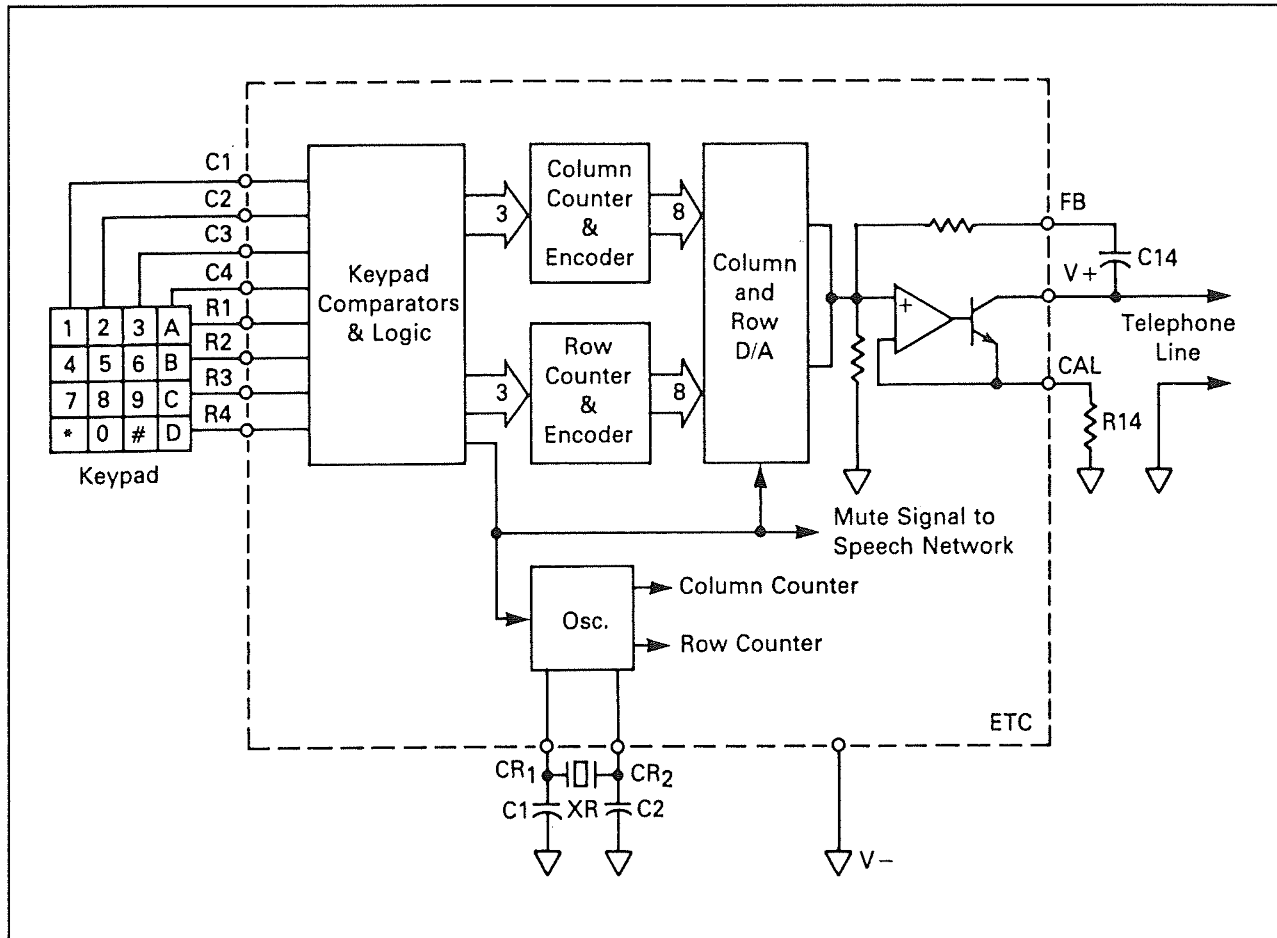
Type-bespreking

Het gehele telefonie-gebeuren is een groeimarkt van jewelste en het zal dan ook niemand verbazen dat alle grote IC-fabrikanten een deel van die markt proberen te veroveren. Er zijn dan ook ontelbare DTMF-generatoren op de markt. In de volgende twee paragraafjes zullen, als voorbeeld, twee van deze IC's nader worden besproken. Maar wat over deze schakelingen geschreven wordt, geldt in grote lijnen voor alle DTMF-generatoren!

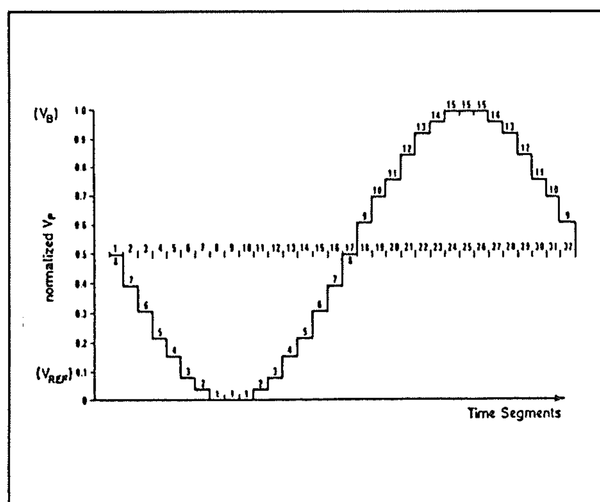
MV 5087

De toon-encoder MV 5087 die door Teltone, Plessey, Texas Instruments, National Semiconductor en Mostek gefabriceerd wordt, werd speciaal ontworpen voor het dubbeltoon telefoon-kiessysteem maar is ook geschikt voor mobiele radio, afstandsbediening, procesbesturing, enzovoorts. De toegepaste CMOS technologie zorgt voor een laag opgenomen vermogen.
Met behulp van een goedkoop 3,58 MHz TV-kristal worden acht sinusvormige signalen met verschillende frequenties opgewekt die na menging bruikbare DTMF-signalen opleveren. De generator kan worden bediend door een standaard 2-uit-8 of een enkel-contact (form A) toetsenbord. De digitaal-naar-analoog conversie wordt uitgevoerd met R-2R ladder netwerken.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-8: Het algemene blokschema van een DTMF-generator.



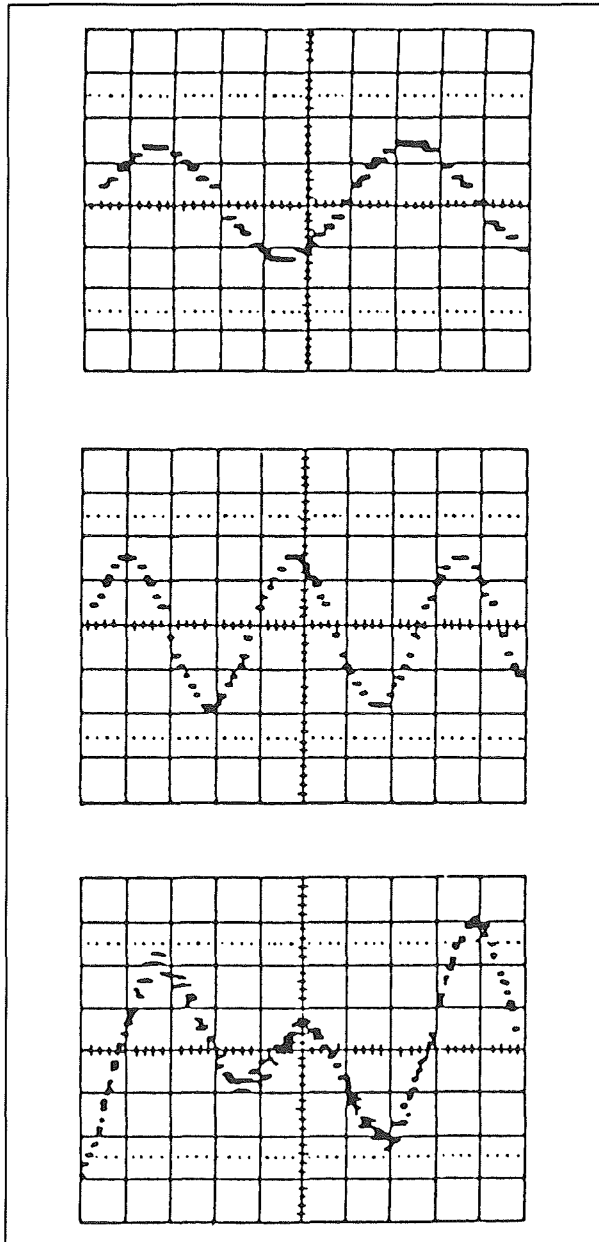
Figuur 3/20.3-9: Stapvormige constructie van een digitaal opgewekte sinusgolf.

Een kort overzicht van de voornaamste eigenschappen:

- voedingsspanning 3 tot 10 V;
- nauwkeurige en stabiele tonen met een goedkoop 3,58 MHz TV-kristal;
- low power standby CMOS schakeling;
- ingangen geschikt voor 2-uit-8 (telefoon) of form A (calculator) toetsenbord;
- mute- en zenddrivers aanwezig;
- genereert dubbel- en enkeltonen;
- single tone inhibit ingang;
- behuizing: 16-pens 0,3" plastic DIL.

De aansluitgegevens en het interne blokschema van deze schakeling zijn getekend in figuur 3/20.3-11 en figuur 3/20.3-12.

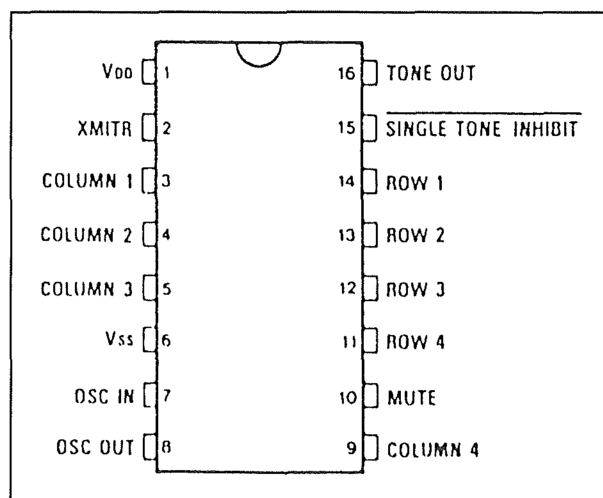
20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-10: Oscillogrammen van een rijsignaal (boven), een kolomsignaal (midden) en de som van beide signalen (onder).

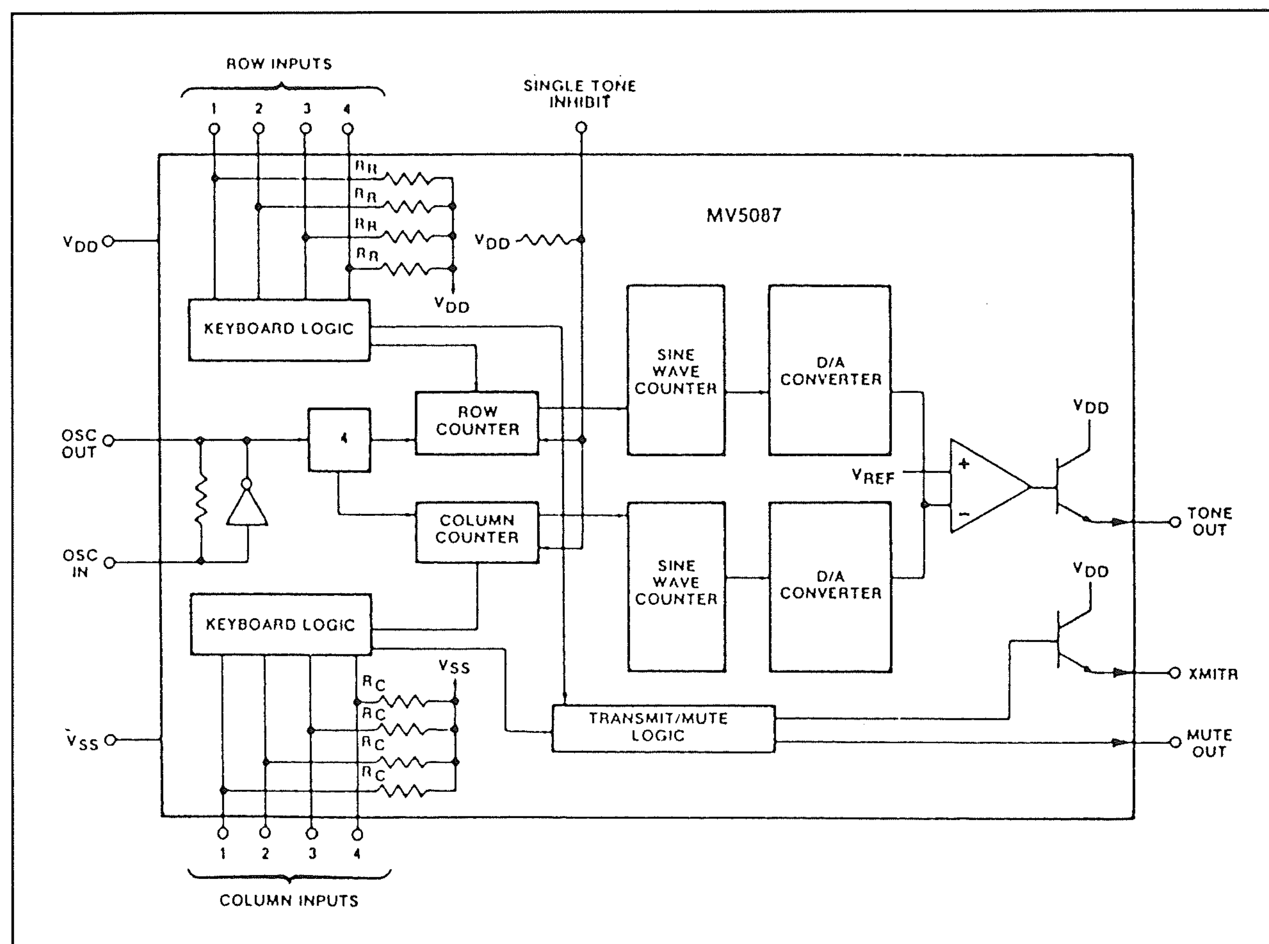
Een korte beschrijving van de werking van de in- en uitgangen:

- XMITR
  Emitter-uitgang van een bipolaire transistor waarvan de collector met de voedingsspanning is verbonden. Door indrukken van een toets verandert de uitgang van V_{DD} naar hoog-impedant.
- Kolom 1-4
  Deze ingangen worden door de Rc weerstanden op V_{SS} gehouden en detecteren een geldig logisch niveau (ongeveer $1/2 V_{DD}$) bij verbinding met een rij-ingang.
- Mute
  Deze CMOS-uitgang is normaal met V_{SS} verbonden en gaat naar V_{DD} bij indrukken van een toets.
- Rij 1-4
  Deze ingangen worden door de Rr weerstanden op V_{DD} gehouden en detecteren een geldig logisch niveau (ongeveer $1/2 V_{DD}$) bij verbinding met een kolom-ingang.
- Single Tone Inhibit
  Wanneer deze ingang open wordt gelaten of verbonden met V_{DD} kunnen zowel enkel- als dubbeltonen worden gegenereerd. Verbinding met V_{SS} verhindert het opwekken van enkele tonen.



Figuur 3/20.3-11: Aansluitgegevens van de MV 5087.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-12: Intern blokschema van de MV 5087.

- Tone Output
  Emitter van een bipolaire NPN-transistor, waarvan de basis is aangesloten op een op-amp die de rij- en kolomtonen mengt en stabiliseert.
- Rij- en kolomingangen
  Zijn geschikt voor 2-uit-8 of form A toetsenbordjes. Zodra een enkele toets wordt ingedrukt ontstaat een dubbeltoon.
  Wordt per rij of kolom meer dan één toets ingedrukt dan ontstaat een enkele toon. Bij het indrukken van diagonaal geplaatste toetsen worden geen tonen opgewekt. Een elektronisch signaal op een kolomingang genereert die enkele kolomfrequentie; signalen naar meerdere kolommen leveren geen tonen op.
  Door een elektronisch signaal op een enkele rij-ingang ontstaat geen toon: een enkele rijtoon kan alleen worden opgewekt door twee kolommen plus de gewenste rij te aktiveren.

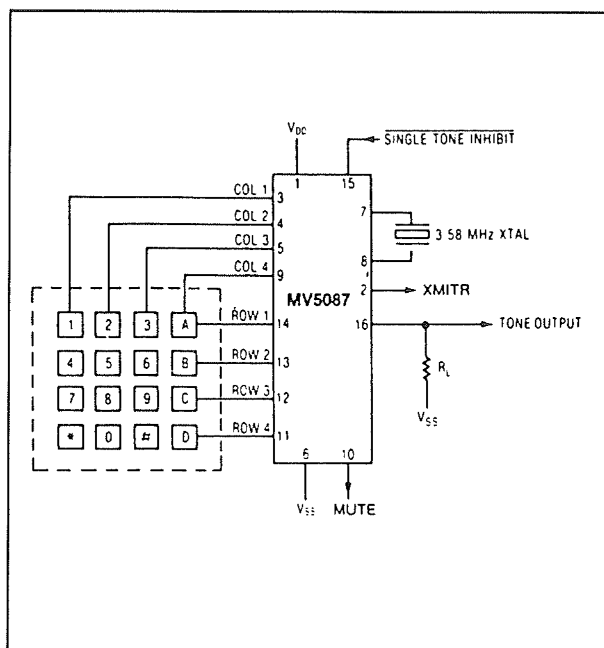
In figuur 3/20.3-13 is de standaard schakeling rond een MV 5087 getekend.

PSB 8591
De besproken MV 5087 kan alleen geactiveerd worden met het toetsenbordje. Er zijn echter ook schakelingen op de markt die, naast de toetsenbord-besturing, ook digitaal aangesproken kunnen worden.

20.3 De kiestoon telefoon

Dergelijke DTMF-generatoren kunnen bijvoorbeeld worden toegepast in automatische alarmmelders, telefoons met nummergeheugen(s), etc.

Als voorbeeld van een dergelijke schakeling wordt de PSB 8591 van Siemens behandeld. De PSB 8591 is een met de I^2L-technologie vervaardigde monolitische generator voor het opwekken van DTMF-toonparen voor telefoonkies systemen. De benodigde acht frequenties worden afgeleid van een interne oscillator en een extern TV-kristal. Om aan de CEPT aanbevelingen te voldoen kan extern een 2-polig RC-filter worden aangesloten. De PSB 8591 kan direct samenwerken met een enkel-contact (form A) calculator toetsenbord of met een standaard 2-uit-8 telefoon toetsenbord. De generator werkt parallel aan het spraakcircuit. Nadat data via een toetsenbord of een microprocessor is ingevoerd wordt een aktief-LAAG MUTE signaal opgewekt.



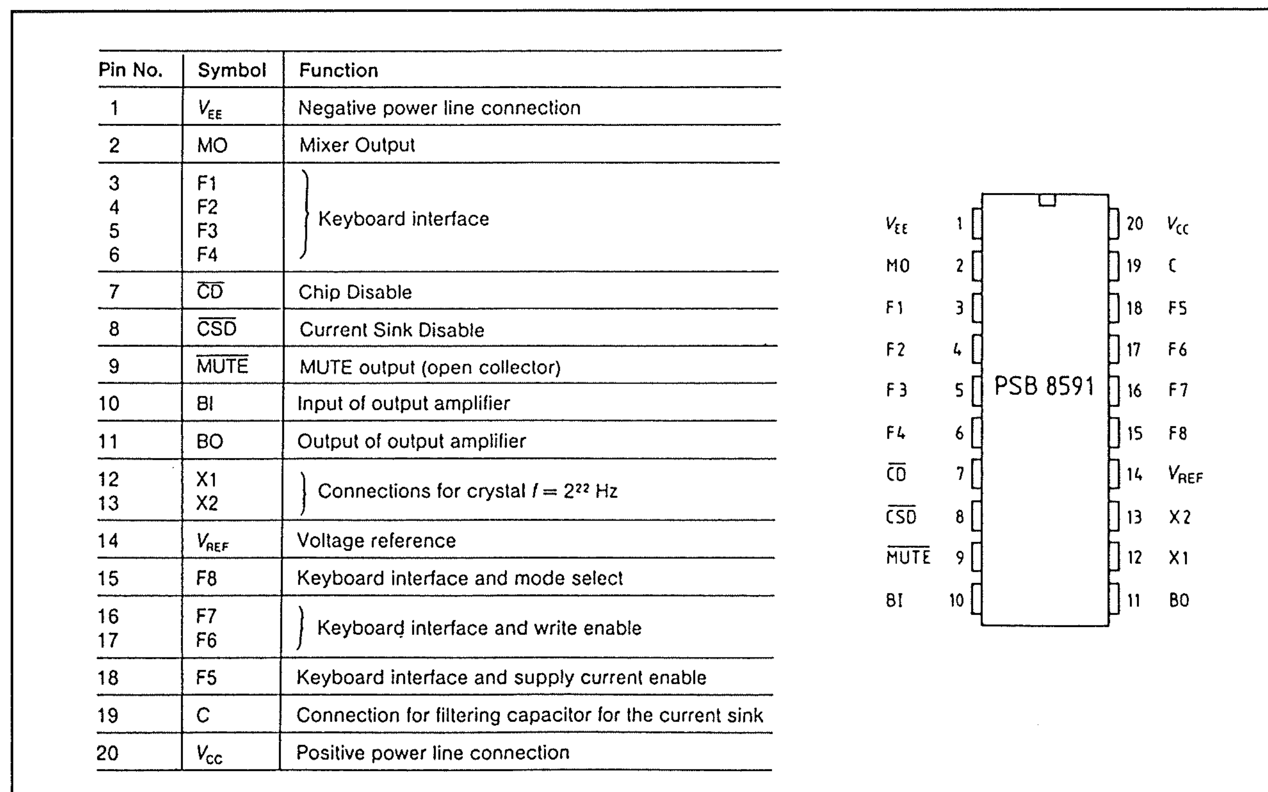
Figuur 3/20.3-13: Standaard schakeling rond de MV 5087.

Een kort overzicht van de voornaamste gegevens.
- I^2L technologie;
- MUTE uitgang;
- nauwkeurige frequenties met 4,19 MHz TV-kristal;
- geschikt voor 2-uit-8 (telefoon), form A (calculator) toetsenbord of elektronische besturingssignalen;
- genereert dubbel- of enkeltonen;
- Chip Disable ($\overline{CD}$) ingang;
- Current sink disable ($\overline{CSD}$) ingang;
- 2 toets rollover met contact debounce;
- 20-pens 0,3" plastic DIL-behuizing ;
- voldoet aan CEPT-normen.

De aansluitgegevens en een korte beschrijving van de functie van de in- en uitgangen zijn samengevat in figuur 3/20.3-14. In figuur 3/20.3-15 is het interne blokschema getekend.

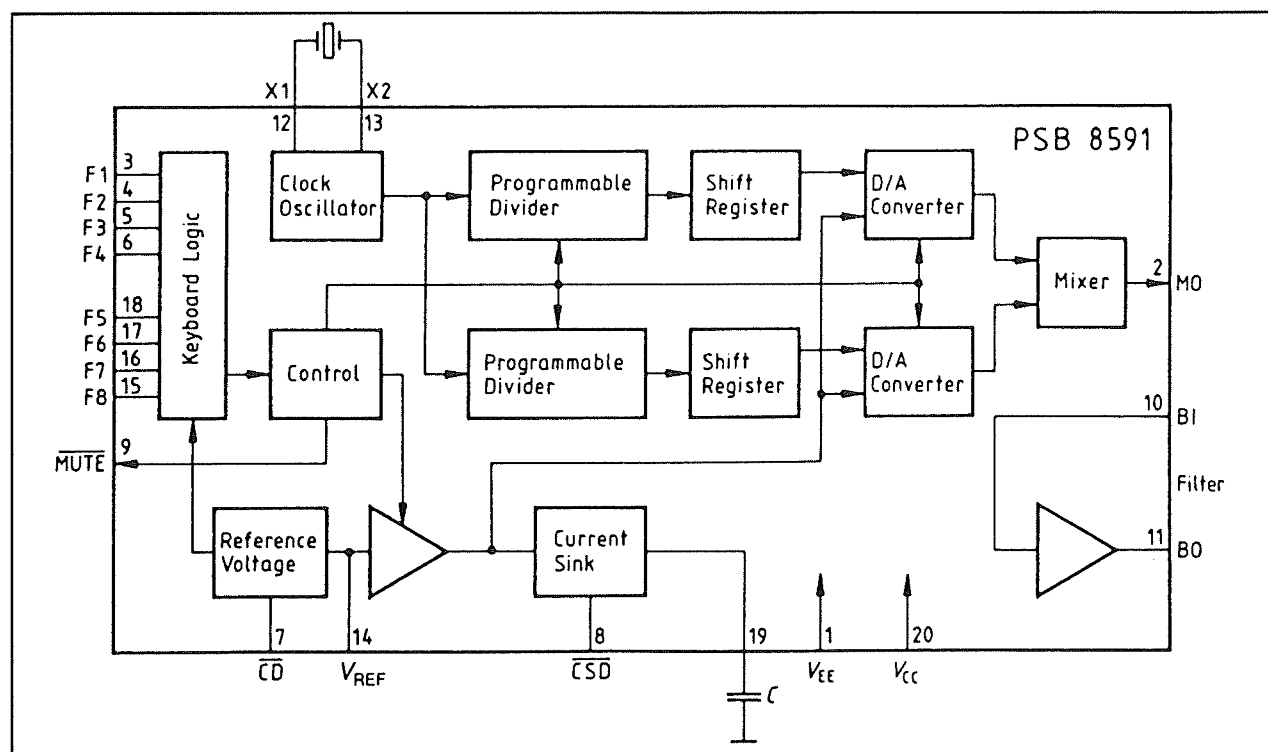
De PSB 8591 heeft een interne temperatuur-gecompenseerde spanningsreferentie die de uitgangsspanning van de shuntregelaar $V_L = V_{CC} - V_{EE}$ op 5 V houdt.
Deze regelaar is voorzien van een start-up circuit voor het snel opladen van de afvlakcondensator C en een thermische overbelastingsbeveiliging.
Wanneer de $\overline{CSD}$-ingang LAAG wordt, wordt de sink-stroom gesperd en moet een externe shuntregelaar of spraakcircuit worden gebruikt.
De met het externe kristal opgewekte basisfrequentie bedraagt 4,194304 MHz. Deze frequentie wordt met een factor 16 omlaag gebracht en aan de programmeerbare delers voor de hoge groep (f5 - f8) en de lage groep (f1 - f4) toegevoerd. De programmeerbare delers leveren de clocksignalen voor de 6-bit schuifregisters waarop de D/A-converters zijn aangesloten.

20.3 De kiestoon telefoon



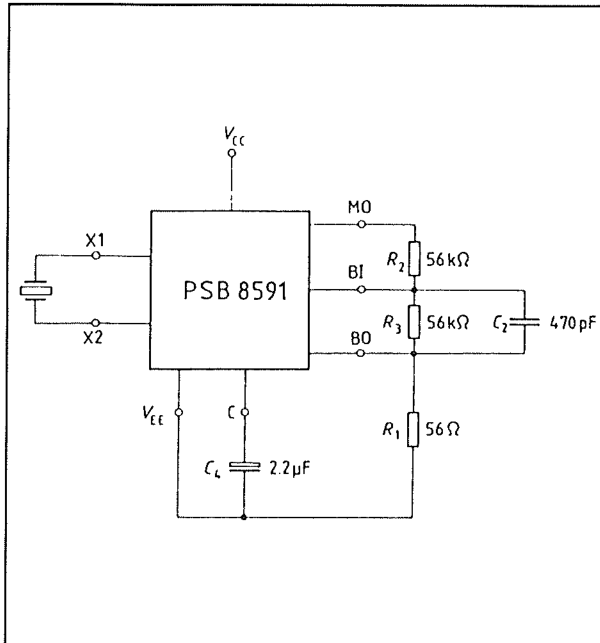
Pin No.	Symbol	Function
1	V_{EE}	Negative power line connection
2	MO	Mixer Output
3 4 5 6	F1 F2 F3 F4	Keyboard interface
7	$\overline{CD}$	Chip Disable
8	$\overline{CSD}$	Current Sink Disable
9	$\overline{MUTE}$	MUTE output (open collector)
10	BI	Input of output amplifier
11	BO	Output of output amplifier
12 13	X1 X2	Connections for crystal $f = 2^{22}$ Hz
14	V_{REF}	Voltage reference
15	F8	Keyboard interface and mode select
16 17	F7 F6	Keyboard interface and write enable
18	F5	Keyboard interface and supply current enable
19	C	Connection for filtering capacitor for the current sink
20	V_{CC}	Positive power line connection

Figuur 3/20.3-14: Aansluitgegevens en penbeschrijving van de PSB 8591.

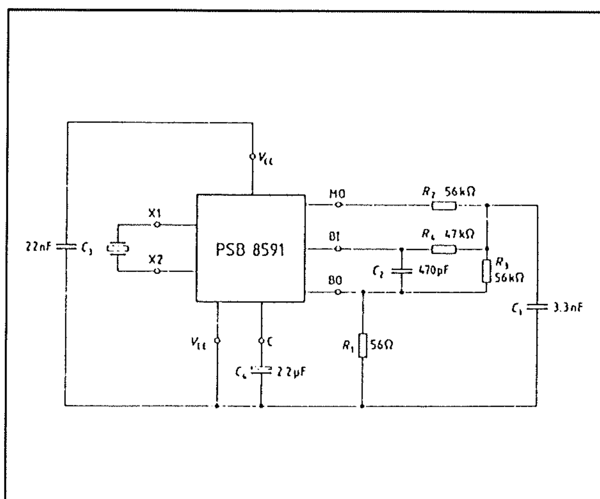


Figuur 3/20.3-15: Intern blokschema van de PSB 8591.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-16: Een 1-polig filter waarmee de scherpe randjes van de gesimuleerde sinussen worden afgeslepen.



Figuur 3/20.3-17: Dit 2-polig filter voldoet aan de CEPT-norm.

De uitgangsspanning bestaat uit 22 tijdsegmenten en is opgebouwd uit 11 spanningsniveaus. Om de vervorming en hogere harmonischen te beperken is een extern RC-filter nodig. Het 1-polige filter van figuur 3/20.3-16 is voldoende voor de eisen van de Bundespost, terwijl het 2-polige van figuur 3/20.3-17 volledig aan CEPT-norm voldoet.

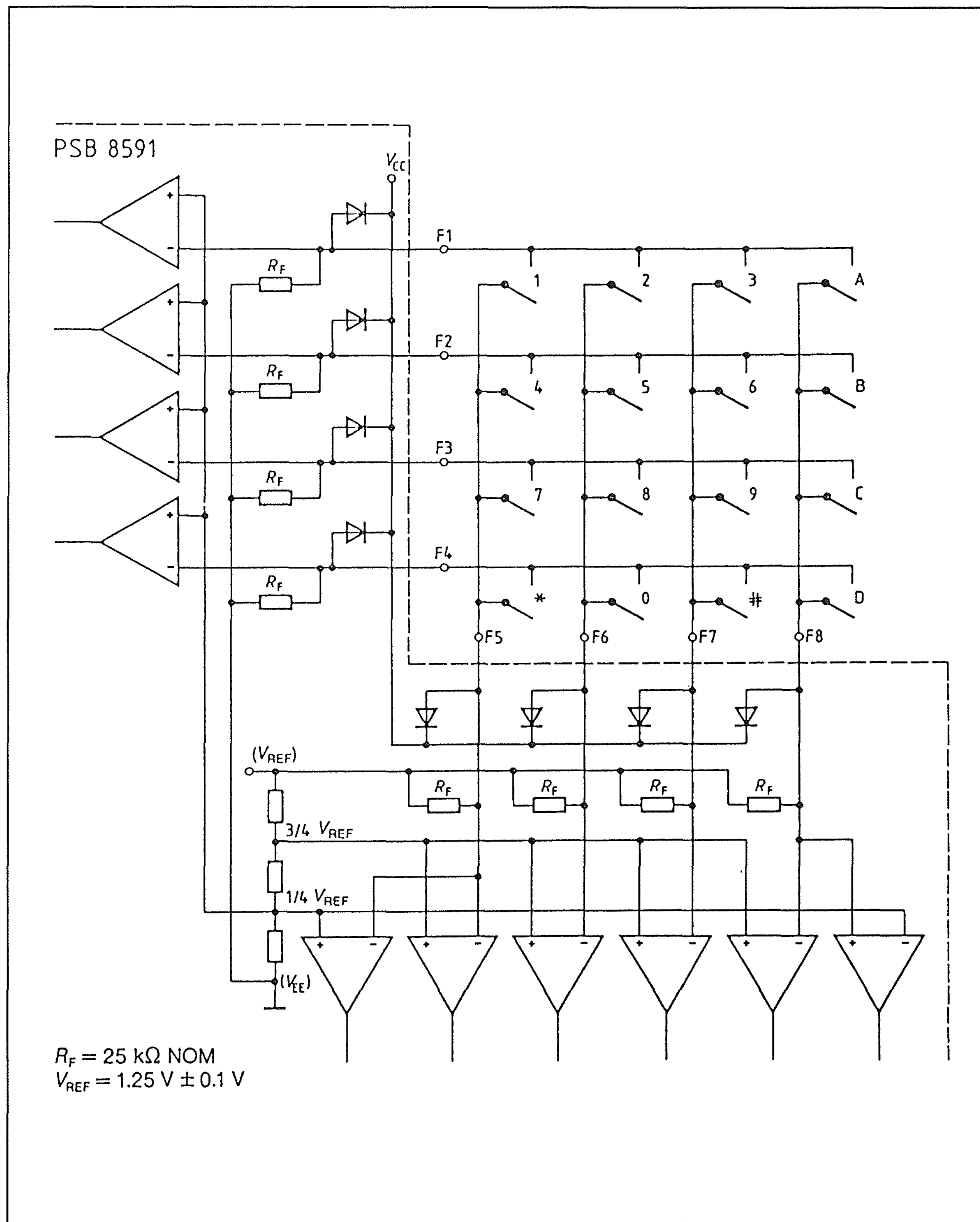
Figuur 3/20.3-18 toont de normale aansluitingen van de PSB 8591 op een druktoetsenbord.
De weerstanden R_F zijn geoptimaliseerd voor enkel-contact toetsen. De ingangen zijn onderverdeeld in twee groepen F1 tot en met F4 en F5 tot en met F8, waarbij F8 de bedrijfsmodes regelt.

In figuur 3/20.3-19 zijn twee interfaces naar een microcomputer-systeem getekend. Hierbij wordt de mode-control ingang F8 aan aarde gelegd en $\overline{\text{CD}}$ open gelaten.

Met een LAAG niveau op pen 8 ($\overline{\text{CSD}}$) kan de sink-stroom worden gesperd. De dubbeltoon-paren worden met G1 tot en met G4 opgewekt, zoals in de tabel van figuur 3/20.3-20 is te zien.

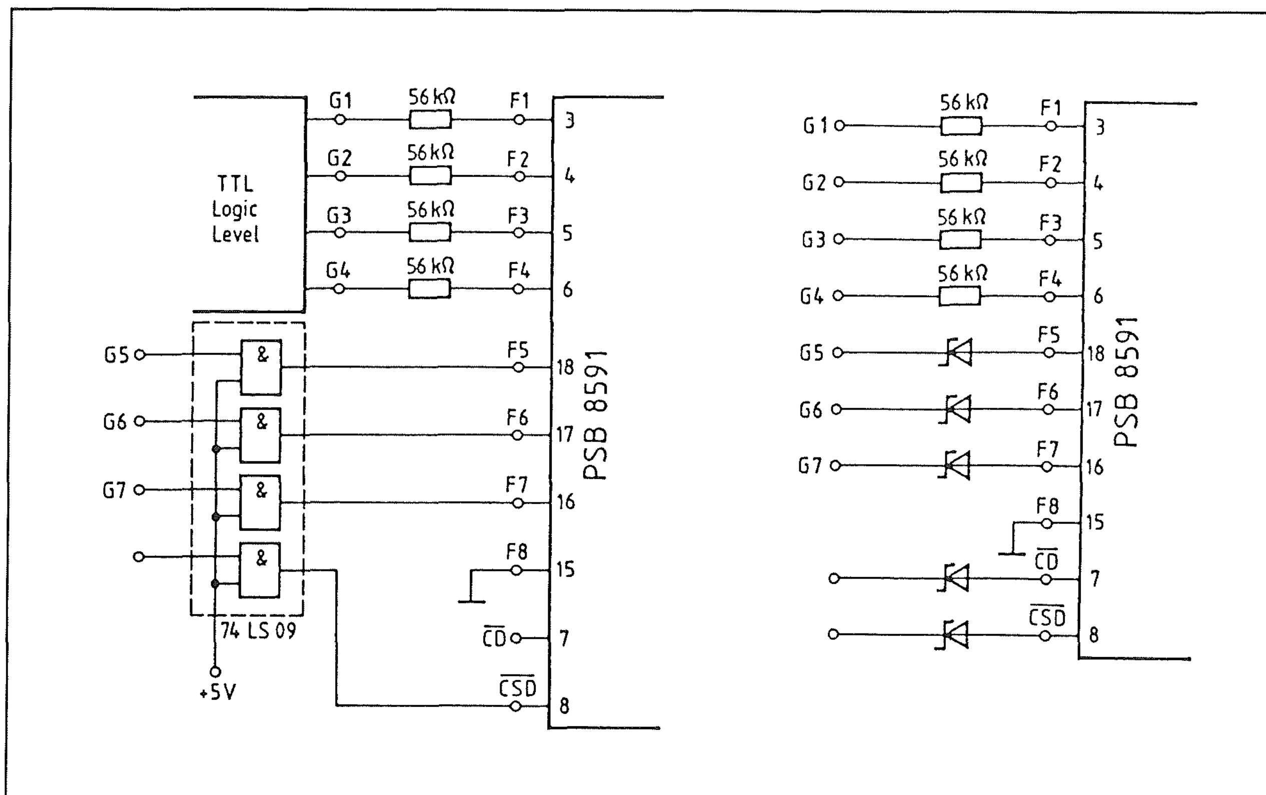
Tot slot van deze beschrijving van de PSB 8591 geeft figuur 3/20.3-21 een idee van de manier waarop deze generator in een elektronische telefoon kan worden ondergebracht.
Let ook nu weer op de diodebrug aan de ingang!
Twee van deze dioden zijn zeners, die worden gebruikt om de spanning op de PTT-lijn te verlagen tot een veilige waarde voor het IC.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-18: Het aansluiten van de PSB 8591 op een standaard toetsenbord.

20.3 De kiestoon telefoon

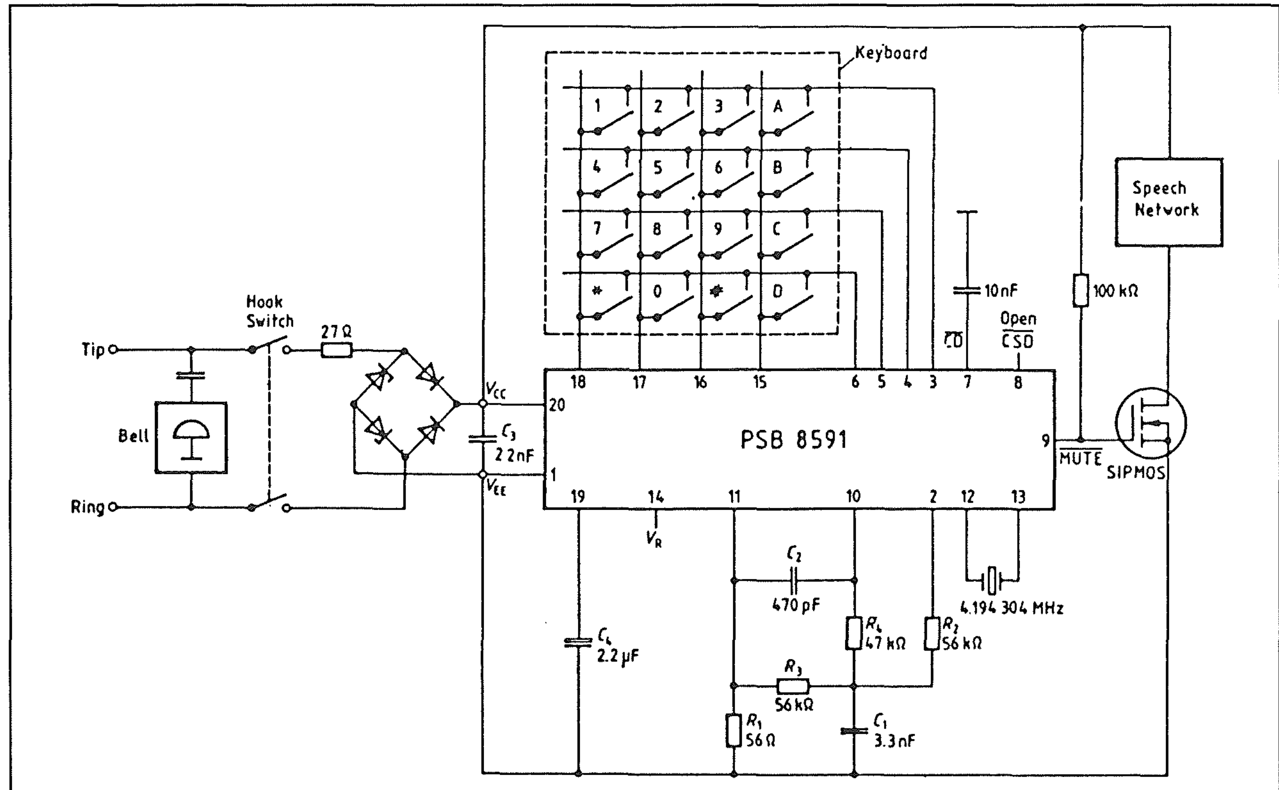


Figuur 3/20.3-19: Twee microprocessor-interfaces met open-collector NAND-poorten (links) of met Schotky-dioden (rechts).

Digit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	*	#	A	B	C	D
G4	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L
G3	H	H	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	L	L	L	L
G2	H	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L
G1	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L

Figuur 3/20.3-20: Binaire opwekking van de DTMF-signalen met G1 tot en met G4.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-21: De PSB 8591 toegepast in een elektronische telefoon met toetsenbord besturing.

De DTMF-ontvanger

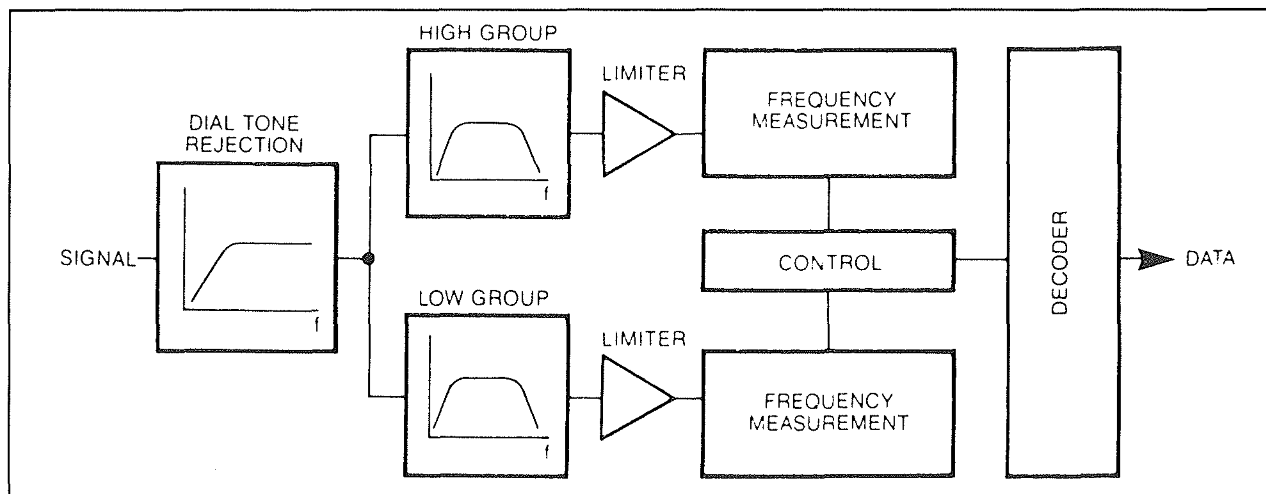
Inleiding

Hoewel DTMF-ontvangers niet in een elektronische telefoon aangetroffen zullen worden, zijn het toch zeer handige schakelingen. Dank zij deze IC's is het namelijk mogelijk de DTMF-toonpulsen die op de PTT-lijn zitten te decoderen en om te zetten in een gewone binaire digitale code. DTMF-generatoren aan de zenderzijde en DTMF-ontvangers aan de ontvangerzijde vormen de basis van talrijke praktische "Remote Control" toepassingen, zoals het via de telefoon in- en uitschakelen van maximaal zestien apparaten.

Algemene principes

De DTMF-ontvangers moeten de 16 beschikbare codes, ieder samengesteld uit twee gemengde sinusvormige signalen in eerste instantie afscheiden van alle overige signalen die op de PTT-lijn kunnen ontstaan. Na deze afscheiding moet de schakeling de samenstelling van de toon onderzoeken en vaststellen uit welke twee frequenties de toon is opgebouwd. Nadien moet een decoder gestuurd worden, die de 16 mogelijke combinaties vertaalt naar een 4 bit brede binaire code. Het algemeen blokschema van een DTMF-ontvanger is getekend in figuur 3/20.3-22. In eerste instantie wordt het signaal dat wordt afgetakt van de PTT-lijn door een laagdoorlaatfiltertje gestuurd.

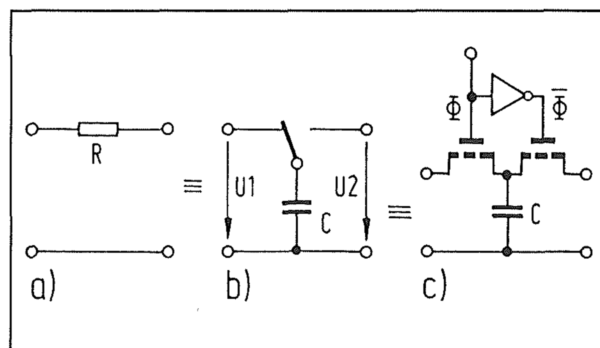
20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-22: Het algemene blokschema van een DTMF-ontvanger.

Deze "Dial Tone Rejection" moet ervoor zorgen dat de sterke 400 tot 480 Hz signalen, die de gebruiker melden dat de centrale bereid is en dat een nummer gedraaid kan worden, niet tot het IC doordringen.
Nadien volgen twee banddoorlaatfilters die de hoge en de lage groepen uit het signaal filteren. Na een begrenzer, die de signalen omzet in een blokgolf, volgen twee blokken waarin de frequentie van de signalen wordt bepaald. Dit gebeurt door het meten van de tijd die verloopt tussen twee nuldoorgangen. Men meet dus de periode en het IC kan uit deze gegevens de frequentie van het signaal analyseren.

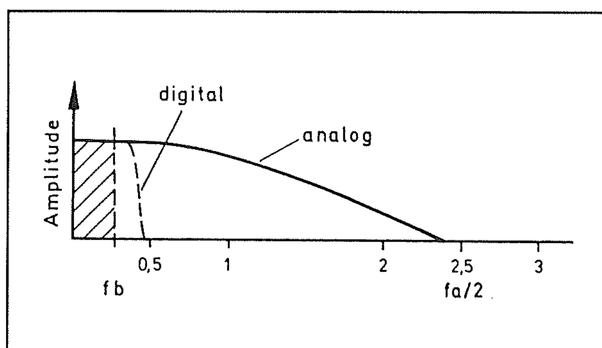
Er worden in een dergelijk IC nogal wat filters toegepast. Nu zijn deze allemaal uitgevoerd volgens het "geschakelde condensator"-principe. Dat spaart een heleboel externe componenten, maar maakt het IC zélf tamelijk complex. Het zou te ver voeren om in dit hoofdstuk dieper in te gaan op het principe van filters volgens het "geschakelde condensator"-principe. In het kort komt het er op neer dat weerstanden vervangen kunnen worden door condensatoren die door middel van elektronische schakelaars snel heen en weer worden geschakeld tussen de in- en de uitgang. Dit principe wordt toegelicht in figuur 3/20.3-23.



Figuur 3/20.3-23: Het basisprincipe van geschakelde filters.

Zoals bekend zijn weerstanden zeer belangrijk bij het ontwerpen van filters. Filters werken immers steeds met RC-tijdconstanten en die tijdconstanten, het product van de weerstand maal de condensator, bepalen in grote mate de eigenschappen van het filter. In de tekening is links (a) een serie-weerstand voorgesteld. Deze weerstand kan vervangen worden door een naar massa geschakelde conden-

sator (b) die door middel van een omschakelaar wordt geschakeld tussen de in- en de uitgang. De snelheid waarmee dit schakelen gebeurt en de duty-cycle van het schakelen (hoe lang staat de schakelaar links en hoe lang rechts) bepalen de waarde van de "weerstand".
Het schakelen van de condensator gebeurt uiteraard niet met een mechanische schakelaar, maar met een elektronische. Het basisprincipe is getekend in figuur (c). Twee CMOS-transistoren, die gestuurd worden door twee ten opzichte van elkaar geïnverteerde signalen (zie de inverter) zorgen ervoor dat de condensator ofwel met de ingang, ofwel met de uitgang verbonden wordt.



Figuur 3/20.3-24: De doorlaatkarakteristiek van een "normaal" filter vergeleken met deze van een "digitaal" filter.

Het grote voordeel van geschakelde of digitale filters is dat men, door een goed doordachte sturing van de schakelaars, zeer steile doorlaatkarakteristieken kan verkrijgen. Ter illustratie worden in figuur 3/20.3-24 de doorlaatkarakteristiek van een "normaal" en een "geschakeld" filter met elkaar vergeleken. Het geschakelde filter heeft veel steilere doorlaatkarakteristieken.

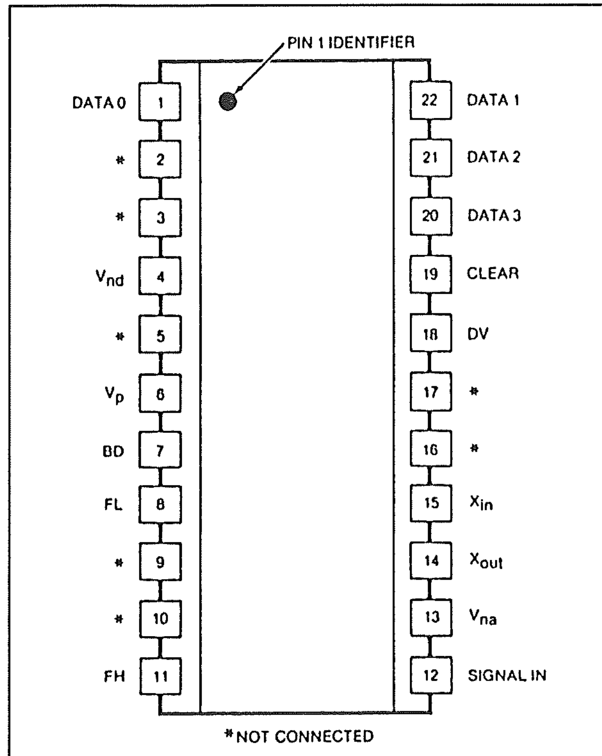
Dank zij deze eigenschappen van geschakelde filters is men in staat de hogere en lagere frequenties zonder problemen uit het sterk verontreinigde signaal van het PPT-net te filteren.

Type-bespreking
Er bestaan ontelbare DTMF-ontvangers. Sommige moeten constant met de PTT-lijn verbonden blijven en geven een uitgangscode af als een DTMF-signaal op de lijn verschijnt. Anderen hebben een speciale ingang die gestuurd moet worden met een signaal dat aangeeft dat er een gelijkstroom door de PTT-lijn vloeit en dat er dus een apparaat op deze lijn actief is. In de twee volgende paragraafjes zal van beide soorten DTMF-ontvangers één voorbeeld worden besproken.

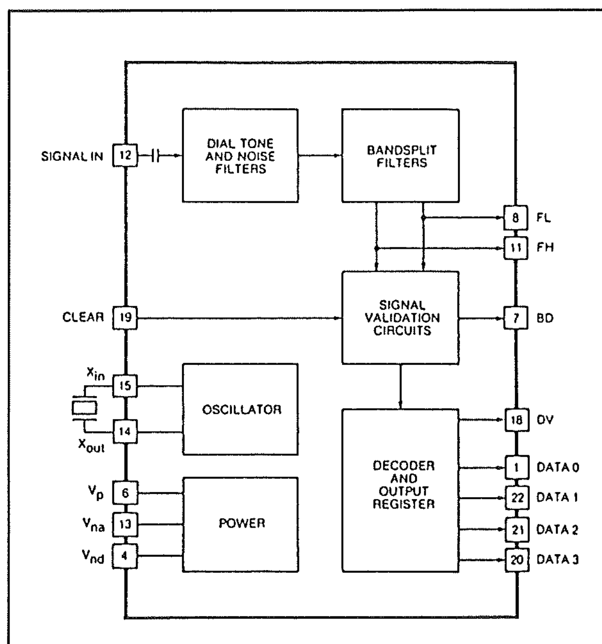
De M-947
In de M-947 van Teltone wordt de geschakelde condensator techniek gecombineerd met digitale technieken om Dual-Tone Multi-frequency (DTMF) signalen om te zetten in 4-bit binaire data. De DTMF-signalen behoeven niet gefilterd te worden. De M-947 is opgenomen in een 22-pens dual-in-line behuizing (zie figuur 3/20.3-25) en werkt op een voedingsspanning van 12 V. Als frequentie-referentie wordt een 3,579 MHz TV-kristal gebruikt. In figuur 3/20.3-26 is het intern blokschema van deze geïntegreerde schakeling getekend.

Het SIGNAL IN signaal kan afkomstig zijn van een druktoetsen telefoon, een radio-ontvanger die DTMF-signalen uitzendt, bandrecorder of andere DTMF-signaalbronnen. Eerst worden de kiestonen en ruis uitgefilterd, waarna het signaal in een hoge en een lage frequentie-component wordt gesplitst. Deze componenten worden vervolgens geanalyseerd om de waarde ervan te bepalen.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-25: Aansluitgegevens van de M-947.



Figuur 3/20.3-26: Intern blokschema van de M-947.

Geldige signalen worden gedecodeerd en opgeslagen aan de DATA-uitgangen. De CLEAR-ingang wordt gebruikt om alle functies van de M-947 te resetten, terwijl de BD-uitgang dient om vroegtijdig de aanwezigheid van een signaal aan te geven. DV is tenslotte een data-strobe. Alle uitgangen van de M-947 zijn compatibel met CMOS, standaard spanningsniveau-omzetters en transistor-drivers. Wanneer meerdere M-947's tegelijk worden gebruikt kan één van de oscillator-uitgangen in cascade worden geschakeld.

Een kort overzicht van de belangrijkste specificaties:
- decodeert alle 16 DTMF-signalen;
- condensator-gekoppelde SIGNAL IN ingang;
- gelatchte 4-bit binaire uitgang;
- ingebouwde uitfiltering van kiestonen en ruis;
- uitstekende signaal/ruis karakteristieken en immuniteit voor spraak;
- indicatie van vroege aanwezigheid van DTMF-toon;
- uitgangsstrobe voor geldige data;
- enkele 12 V voeding;
- behuizing: 22-pens DIL.

De zestien ingangscodes worden vertaald naar de 16 mogelijke bit-combinaties op de Data Outputs.
Het verband tussen de in- en de uitgangscodes is weergegeven in de tabel van figuur 3/20.3-27.

De M-947 kan worden toegepast voor telefonie-schakelingen, PBX en intercom systemen en radio-telefoon apparatuur. De ontvanger is zeer geschikt voor gebruik in antwoord- en opname-apparatuur, alarm- en controle-apparatuur en afstandsbediening, waar-

20.3 De kiestoon telefoon

door hij bijvoorbeeld kan worden toegepast in computers, voor telebankieren en kassa-systemen.

SIGNAL	LOW-FREQUENCY COMPONENT	HIGH FREQUENCY COMPONENT	DATA OUTPUTS 3 2 1 0	OUTPUT EQUIVALENT HEX	OCTAL
1	697 Hz	1209 Hz	0 0 0 1	1	1
2	697 Hz	1336 Hz	0 0 1 0	2	2
3	697 Hz	1477 Hz	0 0 1 1	3	3
4	770 Hz	1209 Hz	0 1 0 0	4	4
5	770 Hz	1336 Hz	0 1 0 1	5	5
6	770 Hz	1477 Hz	0 1 1 0	6	6
7	852 Hz	1209 Hz	0 1 1 1	7	7
8	852 Hz	1336 Hz	1 0 0 0	8	10
9	852 Hz	1477 Hz	1 0 0 1	9	11
0	941 Hz	1336 Hz	1 0 1 0	A	12
*	941 Hz	1209 Hz	1 0 1 1	B	13
#	941 Hz	1477 Hz	1 1 0 0	C	14
A	697 Hz	1633 Hz	1 1 0 1	D	15
B	770 Hz	1633 Hz	1 1 1 0	E	16
C	852 Hz	1633 Hz	1 1 1 1	F	17
D	941 Hz	1633 Hz	0 0 0 0	0	0

Figuur 3/20.3-27: Het verband tussen de ingangscodes en de uitgangscodes bij de M-947.

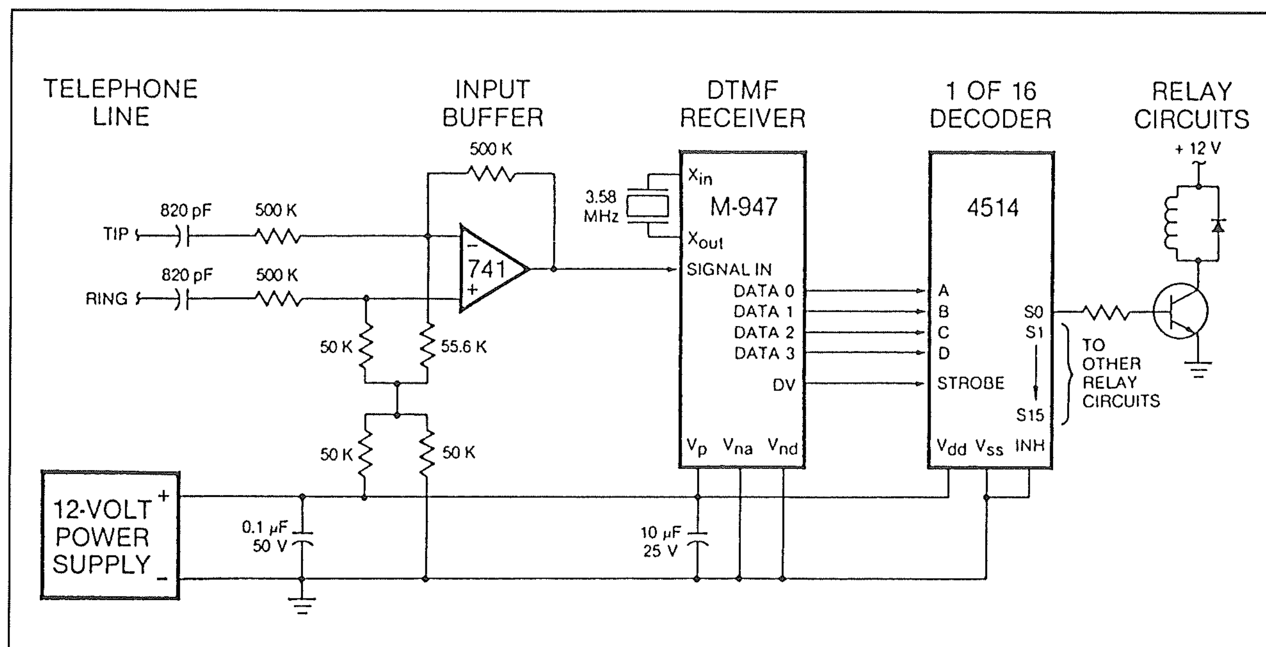
In figuur 3/20.3-28 is bijvoorbeeld getekend hoe eenvoudig het mogelijk is om 16 relais te besturen via de telefoonlijn! Omdat de M-947 een enkelvoudige ingang heeft en de PTT-lijn gebalanceerd is, moet er tussen de lijn en de ingang van het IC een verschilversterker worden opgenomen. Deze is uitgevoerd met een operationele versterker van het type 741. De isolatie tussen het PTT-net en de schakeling wordt in handen gelegd van twee 820 nF condensatoren. Deze moeten een doorslagspanning van minstens 300 V hebben! De hier gebruikte schakeling is een gruwel voor de PTT, omdat bij doorslag van een van deze condensatoren de zo gewenste galvanische scheiding tussen het PTT-net en de aangesloten schakeling verloren gaat. Toch wordt deze interface vaak in Amerikaanse litteratuur aangetroffen.

Het unipolaire signaal, dat op de uitgang van de operationele versterker verschijnt wordt rechtstreeks aangeboden aan de ingang van de M-947. De vier Data-uitgangen sturen de vier ingangen van en 16 naar 1 decoder van het type 4514. De 16 uitgangen van deze schakeling kunnen via transistortrapjes 16 relais aansturen.
De werking van de schakeling zal duidelijk zijn.
Zet men op de PTT-lijn een DTMF-code "vijf", dan zal uitgang S5 van de 4514 even "H" worden. Het relais op deze uitgang wordt even gestuurd en kan allerlei nuttige schakelfuncties verrichten. Uiteraard is deze schakeling vrij eenvoudig uit te breiden met geheugens, die onthouden op een bepaalde code is ontvangen en een flip-flop setten als dat gebeurt. Bij het ontvangen van een tweede, identieke code, schakelt de flip-flop weer terug naar de reset-conditie.

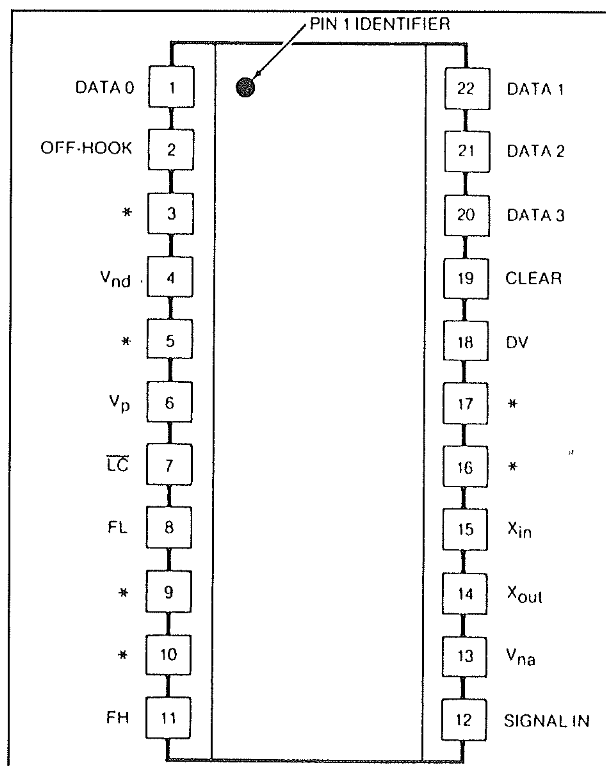
M-948
De M-948 van Teltone combineert geschakelde condensator (switched capacitor) en digitale technieken voor het omzetten van Dual-Tone Multi-frequency (DTMF) en kiesschijfpulsen in 4-bits binaire data. Het DTMF-signaal behoeft niet van te voren te worden gefilterd.
De M-948 heeft een ceramische 22-pens DIL behuizing (figuur 3/20.3-29), werkt op een enkele 12 V voeding en gebruikt een 3,579 MHz TV-kristal als referentiefrequentie.

Het interne blokschema van de M-948 wordt voorgesteld in figuur 3/20.3-30.

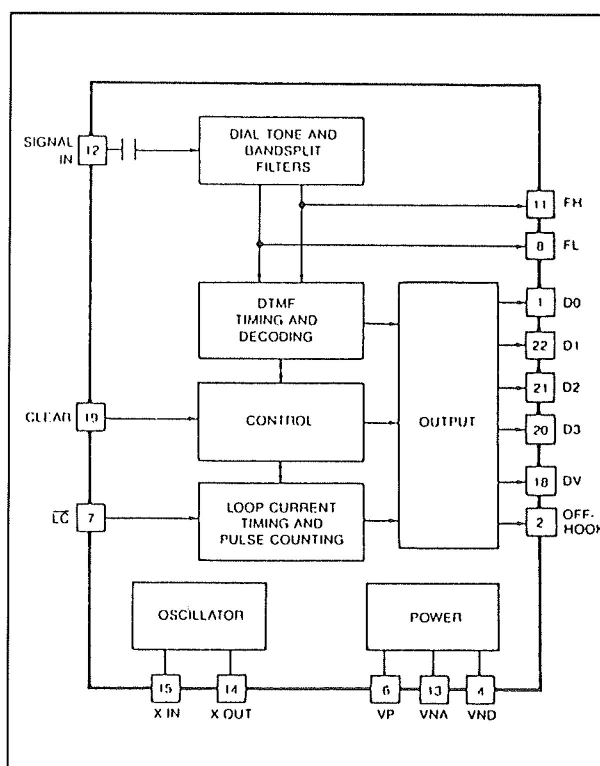
20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-28: Het besturen van relais via de telefoonlijn.

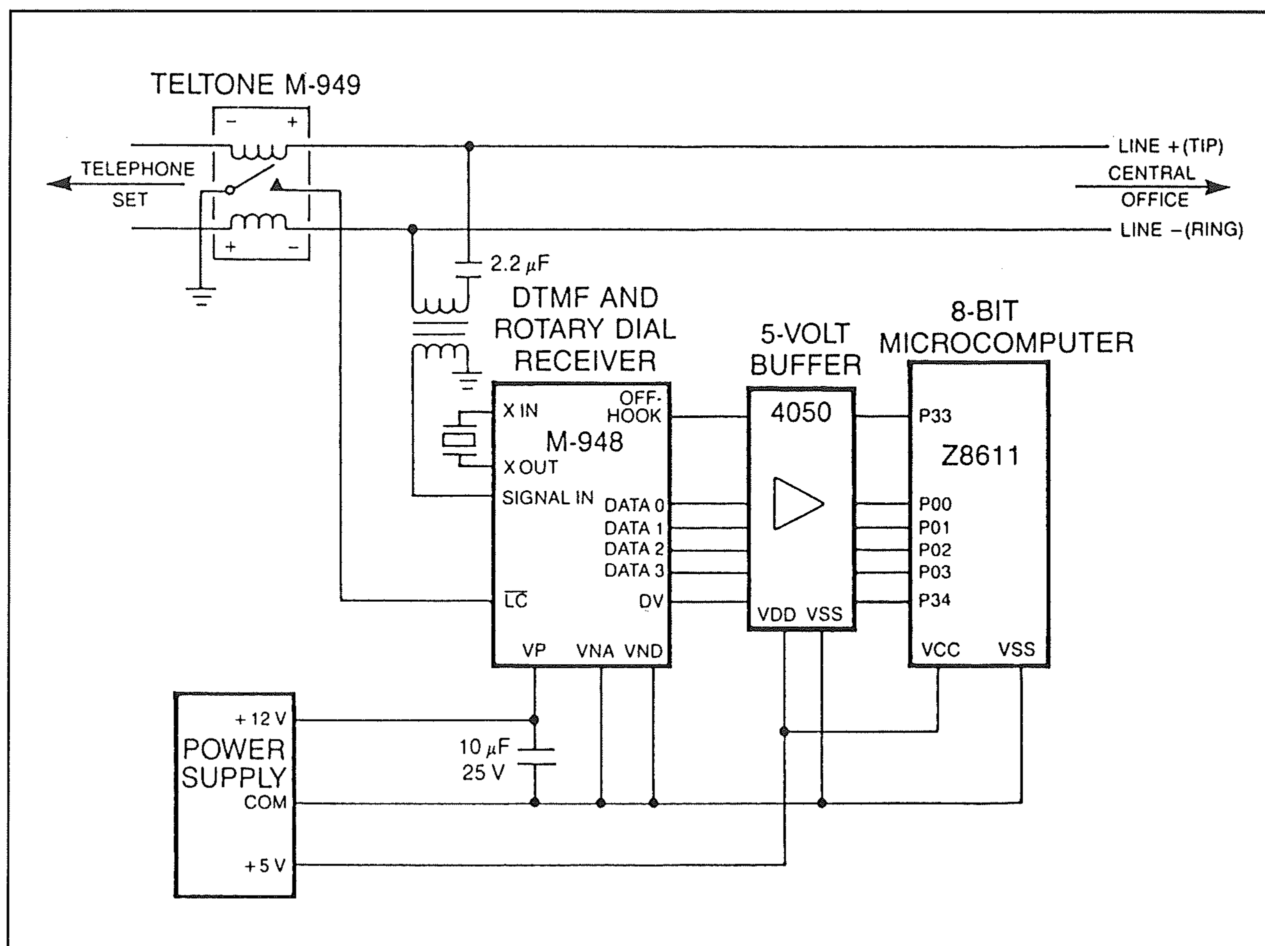


Figuur 3/20.3-29: Aansluitgegevens van de M-948.



Figuur 3/20.3-30: Het interne blokschema van de M-948.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-31: Toepassingsvoorbeeld van de M-948.

De SIGNAL IN ingang wordt meestal aangesloten op een druktoets-telefoon, radio-ontvanger, bandrecorder of een andere DTMF-bron.
De DTMF-trappen in de M-948 filteren de kiestoon en ruis uit, splitsen het signaal in zijn hoog- en laagfrequent bestanddelen en analyseren deze om te bepalen of het paar geldig is.

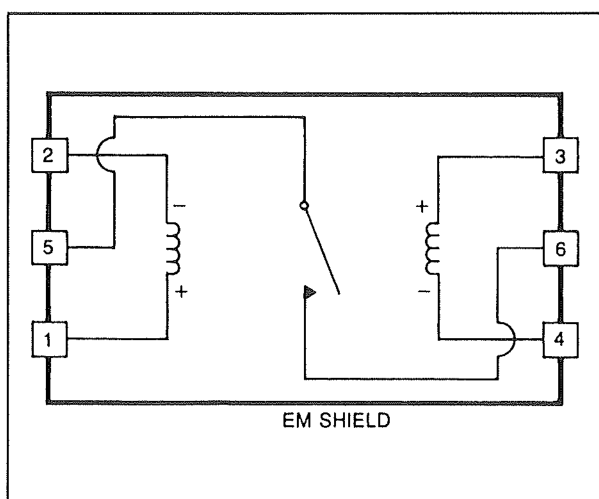
In principe lijkt de M-948 dus net zo te werken als de M-947. Het grote verschil is echter dat de M-948 een speciale $\overline{\text{LC}}$-pen heeft.
Deze $\overline{\text{LC}}$-pen wordt aangesloten op het lusstroom-sensorcircuit of op het lusstroom-relais (zie figuur 3/20.3-31) en dient zowel voor de detectie van kiespulsen als voor het bepalen van de haakstatus.

Geldige signalen worden gedecodeerd en opgeslagen op de DATA-uitgangen, terwijl ongeldige signalen worden genegeerd.
De CLEAR-ingang reset alle M-948 functies, terwijl de DV-uitgang zorgt voor een data-strobe en de OFF-HOOK uitgang voor een haak-status indicator die niet pulseert tijdens het kiezen met de kiesschijf.
Alle M-948 uitgangen zijn compatibel met CMOS, standaard level-shifters en transistoren.

20.3 De kiestoon telefoon

De functie van het lusstroom-relais zal waarschijnlijk even moeten worden toegelicht.
Een lusstroom-relais is een speciaal relais, dat in staat is te detecteren of er in een gesloten symmetrische lus een stroom vloeit. Is dat het geval, dan komt het relais op en sluit een contact. Omdat het PPT-net symmetrisch is en dat ook moet blijven, kan men niet in één van de aders een relaitje opnemen. Het net zou daardoor a-symmetrisch belast worden. Het speciale lusstroom-relais heeft echter twee identieke wikkelingen, die in beide aders van het PTT-net worden opgenomen. Als er een gelijkstroom door het net vloeit zullen de beide spoelen door deze stroom doorlopen worden en wordt een contact gesloten.
Door de twee identieke wikkelingen op te nemen in de twee aders van het PTT-net blijft de symmetrie van het PTT-net bewaard.

De aansluitgegevens van het Teltone relais M-949 zijn getekend in figuur 3/20.3-32.



Figuur 3/20.3-32: De aansluitgegevens van het Teltone lusstroom-relais M-949.

Terug nu naar de M-948! Een overzicht van de belangrijkste technische specificaties:
- decodeert alle 16 DTMF-cijfers;
- telt ook kiespulsen;
- condensator gekoppelde SIGNAL IN ingang;
- gelatchte 4-bit uitgang;
- filtert kiestoon en ruis uit;
- uitstekende immuniteit voor spraak en ruis;
- uitgangen voor haak-status en geldige data;
- enkele 12 V voeding.

De M-948 kan worden toegepast voor telefonie-schakelingen in centrales, PBX en intercom systemen en voor radio-telefoon apparatuur, terwijl de ontvanger zeer geschikt is voor gebruik in antwoord- en opname-apparatuur, alarm- en controle-apparatuur en afstandsbediening.

Een korte toelichting op de functie van de in- en uitgangen:
- SIGNAL IN
  Dit is de DTMF-ingang, die intern AC-gekoppeld is.
- $\overline{\text{LC}}$
  De "Loop Current Not Input". Als de lusstroom door het PTT-net vloeit moet deze ingang naar de massa geschakeld worden.
- D0 tot en met D3
  De Data-uitgangen. Het verband tussen de DTMF-codes op de ingang en de codes op deze vier uitgangen is gegeven in de tabel van figuur 3/20.3-33. De gegevens op deze uitgangen blijven door een interne latch-functie aanwezig tot een nieuw DTMF-signaal wordt ontvangen of een "H" op de CLEAR wordt aangebracht.
- OFF-HOOK

20.3 De kiestoon telefoon

	INPUT			OUTPUT		
		DTMF TONES (Hz)			OUTPUT EQUIVALENTS	
SIGNAL	ROTARY DIAL PULSES	LOW-FREQUENCY COMPONENT	HIGH-FREQUENCY COMPONENT	DATA OUTPUTS 3 2 1 0	HEX	OCTAL
1	1	697	1209	0 0 0 1	1	1
2	2	697	1336	0 0 1 0	2	2
3	3	697	1477	0 0 1 1	3	3
4	4	770	1209	0 1 0 0	4	4
5	5	770	1336	0 1 0 1	5	5
6	6	770	1477	0 1 1 0	6	6
7	7	852	1209	0 1 1 1	7	7
8	8	852	1336	1 0 0 0	8	10
9	9	852	1477	1 0 0 1	9	11
0	0	941	1336	1 0 1 0	A	12
*		941	1209	1 0 1 1	B	13
#		941	1477	1 1 0 0	C	14
A		697	1633	1 1 0 1	D	15
B		770	1633	1 1 1 0	E	16
C		852	1633	1 1 1 1	F	17
D		941	1633	0 0 0 0	0	0

Figuur 3/20.3-33: Het verband tussen de in- en uitgangscodes van de M-948.

Deze uitgang wordt "H", 100 ms nadat $\overline{LC}$ "L" wordt. Deze uitgang gaat 300 ms nadat $\overline{LC}$ weer "H" wordt naar "L".

- DV
  De "Data Valid"-uitgang. Deze uitgang wordt "H" nadat een nieuwe DTMF-code is ontvangen en gaat naar "L" bij het verdwijnen van het ingangssignaal.
- CLEAR
  Een "H" op deze ingang reset het IC en zet de vier binaire uitgangen op "L".
- XIN en XOUT
  De aansluitingen voor een kristal met een frequentie van 3,579 MHz.
- VVNA en VND
  De analoge en digitale massa's van het IC.
- VP
  De aansluiting voor de positieve voedingsspanning.
- FL en FH
  Dit zijn interne testpunten, die gebruikt worden bij de test van de chip maar verder geen praktische toepassingen hebben.

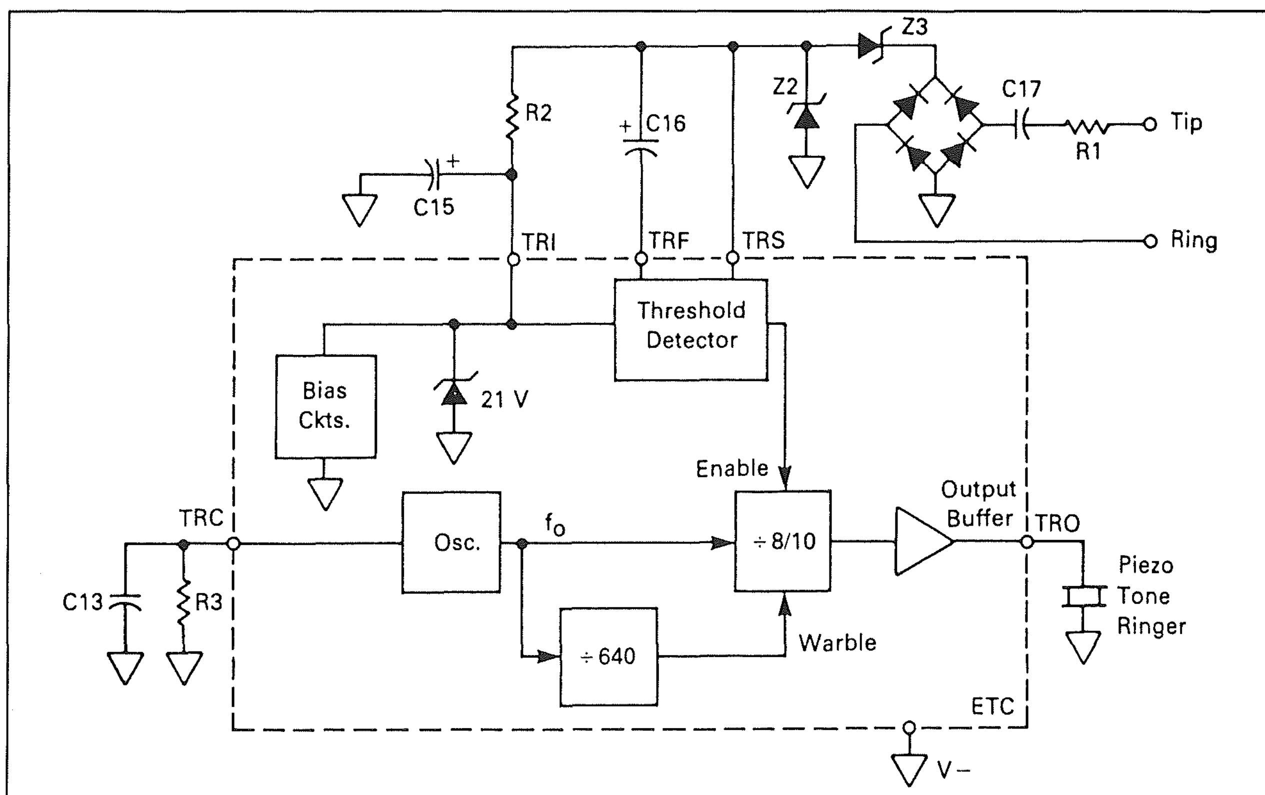
De Tone Ringer

Inleiding

De Tone Ringer heeft tot taak de grote belpulsen op het PTT-net (50 V) te detecteren en om te zetten in min of meer melodieuze signaaltjes waarmee een piëzo-ceramische transducer wordt gestuurd.

Het algemene blokschema van een Tone Ringer is getekend in figuur 3/20.3-34.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-34: Het algemene blokschema van een Tone Ringer.

De schakeling wordt gevoed uit de grote belspanning die op de PTT-lijn wordt gezet bij het bellen.

Deze spanning gaat via de condensator C17 en de bruggelijkrichter naar de TRI-ingang van de schakeling. Door enige beveiligingsschakelingen wordt de veel te hoge belspanning gereduceerd tot een voor het IC aanvaardbaar niveau. De "Threshold Detector" detecteert de aanwezigheid van het belsignaal en stuurt een enable-signaal naar het digitale deel van de schakeling.

Dit deel bestaat uit een oscillator, enige frequentiedelers en een stukje logica dat uit de uitgangssignalen van de delers het min of meer melodieuze signaaltje genereert.

Via een uitgangsbuffer stuurt dit signaal de piëzo-ceramische transducer.

Type-beschrijving

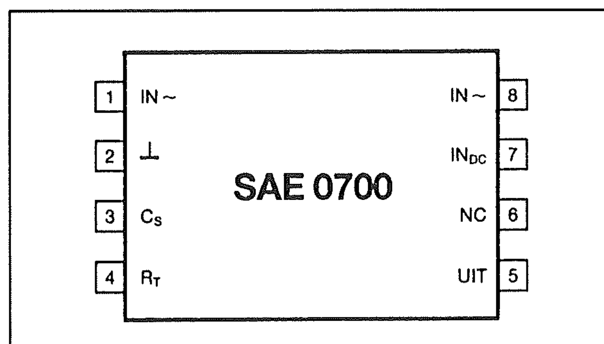
Alle bekende IC-fabrikanten brengen Tone Ringers op de markt. Het is dus een volstrekt hopeloze zaak om al die schakelingen te bespreken. Vandaar dat ook nu twee exemplaren vrij willekeurig worden geselecteerd en nader besproken.

De SAE 0700

De SAE 0700 van Siemens in een tweetonige elektronische telefoonbel. De frequentieverhouding tussen beide tonen is gelijk aan 1,4 op 1 en de snelheid waarmee het IC tussen beide tonen omschakelt is instelbaar tussen 0,5 Hz en 50 Hz.

De twee toonfrequenties zijn instelbaar tussen 100 Hz en 15 kHz. Het IC wordt geactiveerd als op de twee ingangen een pulserende gelijkspanning van minimaal 10 V ontstaat.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-35: De aansluitgegevens van de SAE 0700.

De aansluitgegevens van de SAE 0700 zijn getekend in figuur 3/20.3-35, het interne blokschema in figuur 3/20.3-36.

De twee ingangen zijn intern aangesloten op een beveiligde bruggelijkrichter. Het is dus mogelijk het IC rechtstreeks tussen de twee aders van het PTT-net te schakelen, maar uiteraard met een capacitieve koppeling, want anders gaat het systeem van de lijnstroomdetectie verloren!

De zenerdiode over de brug werkt tot ingangsspanningen van maximaal 28 V. Nu is de belspanning veel hoger, het is dus noodzakelijk een serieweerstand in de ingangskring op te nemen. De op de brug volgende drempelcomparator heeft een aanspreekspanning van 8,6 V. De spanning tussen de twee ingangen moet dus minimaal deze waarde hebben alvorens het IC aanspreekt. De omschakelgenerator schakelt de uitgang om tussen de eerste en de tweede toonfrequentie. De frequentie van deze generator wordt bepaald door de externe condensator C_S volgens de formule:

$f_s = 750 / C_s$ (Hz, nF)

De toongenerator wekt een vierkantsgolf op met twee frequenties, waarvan de waarden bepaald worden door de waarde van de externe weerstand R_T volgens de formules:

$f_1 = 2{,}72 \cdot 10^4 / R_T$ (Hz, kΩ)

en:

$f_2 = f_1 \cdot 0{,}725$ (Hz, kΩ)

De uitgangstrap van de schakeling kan rechtstreeks een piëzo-ceramische transducer sturen of via een transistorversterker een kleine luidspreker.

In figuur 3/20.3-37 is het praktische toepassingsschema van de SAE 0700 getekend.

De ingangen 1 en 8 worden via de serieschakeling van de condensator van 100 nF en de weerstand van 10 kΩ op de PTT-lijn aangesloten. De condensator zorgt ervoor dat de schakeling geen lijnstroom laat vloeien, waardoor de PTT-centrale de lijn steeds zou open laten. De weerstand is noodzakelijk voor het beschermen van de interne zenerdiode die de voedingsspanning van het IC op de maximale waarde begrenst.

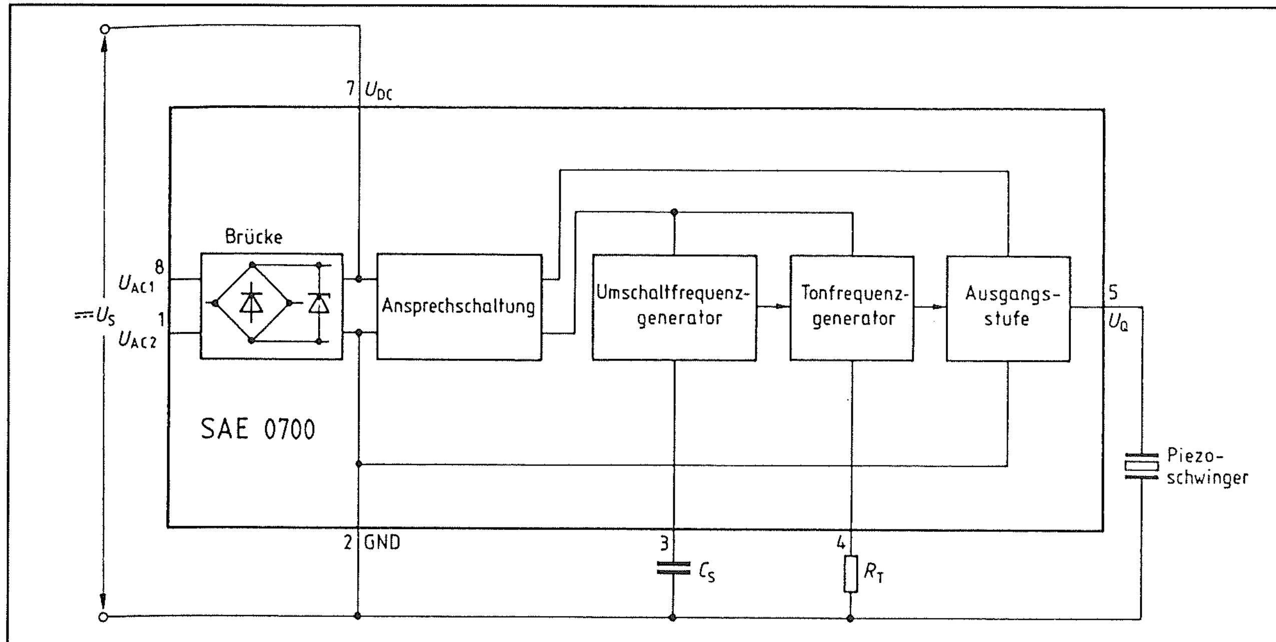
De MC 34012-x

Dit Motorola-IC is ook een tweetonige generator, die vanwege de aanwezigheid van een interne bruggelijkrichter rechtstreeks tussen de twee aders van het PTT-net aangesloten kan worden. De aansluitgegevens van dit IC zijn getekend in figuur 3/20.3-38, het interne blokschema in figuur 3/20.3-39.

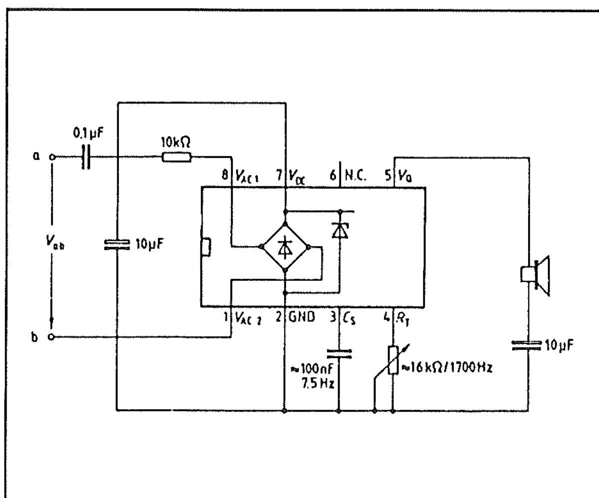
De twee tonen worden vanuit één oscillator gegenereerd door middel van omschakelbare frequentiedelers.

De belspanning die tussen de ingangen wordt aangesloten laadt via de seriecondensator, de interne diodebrug en de weerstand R3 de condensator C4 op.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-36: Het interne blokschema van de SAE 0700.

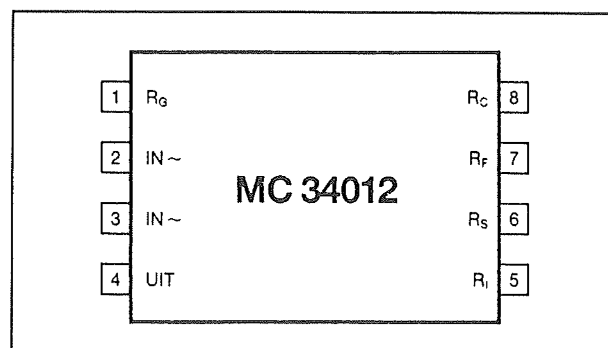


Figuur 3/20.3-37: Voorbeeldschakeling rond de SAE 0700.

Smalle stoorpulsen op de PTT-lijn zullen de ingebouwde thyristor in geleiding sturen, waardoor de ingang na de brug wordt kortgesloten en de transiënten de condensator niet tot de aanspreekspanning van de comparator kunnen opladen.
De basisfrequentie f_0 wordt bepaald door de componenten C2 en R2.

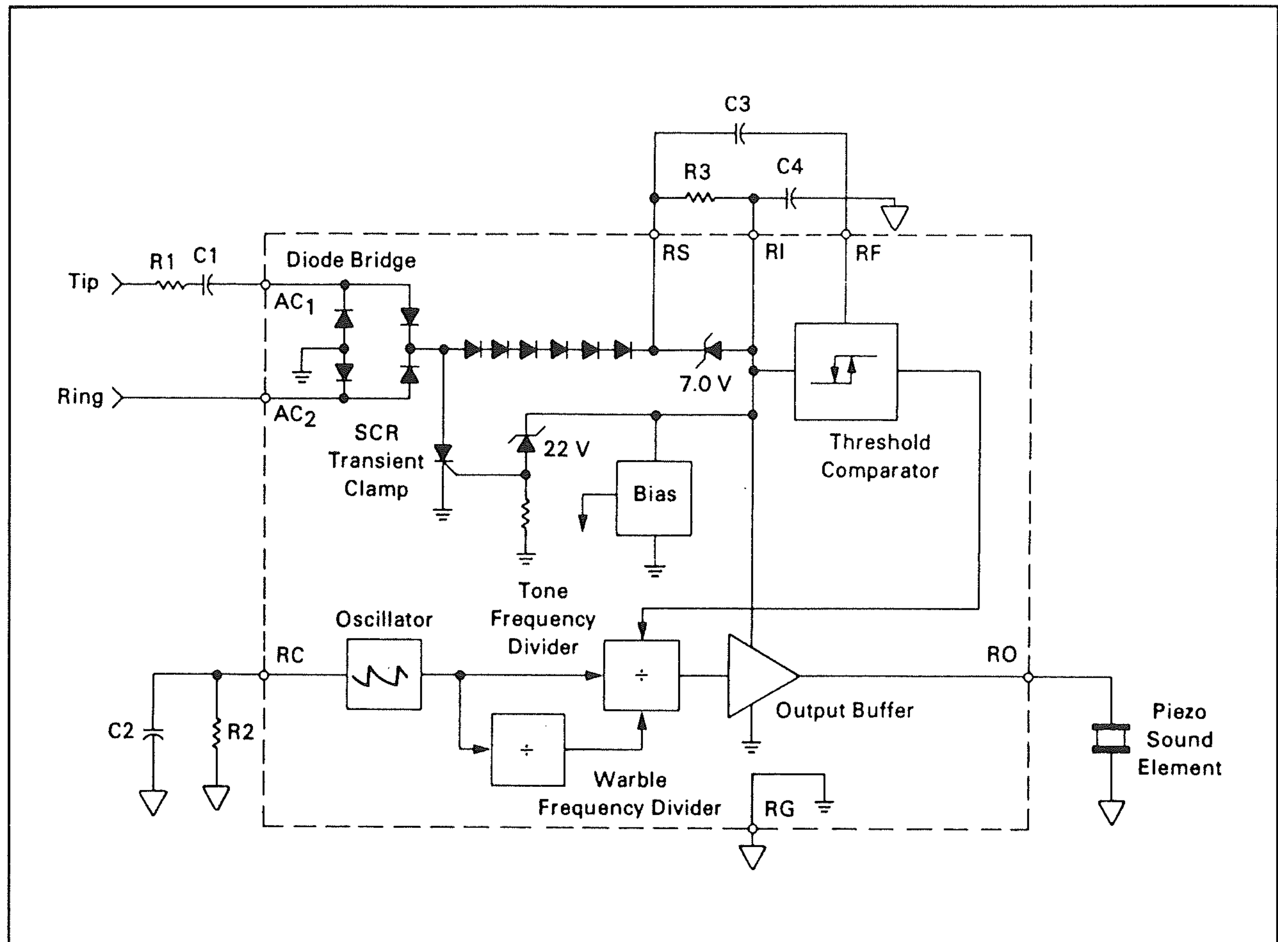
De waarde van de twee hoorbare frequenties is gelijk aan $f_0/4$ en $f_0/5$. De omschakelfrequentie tussen beide tonen is afhankelijk van de x in het typenummer:
- MC 34012-1: $f_0/320$
- MC 34012-2: $f_0/640$
- MC 34012-3: $f_0/160$

Tot slot van deze bespreking geeft figuur 3/20.3-40 het standaard toepassingsschema van dit Motorola-IC.

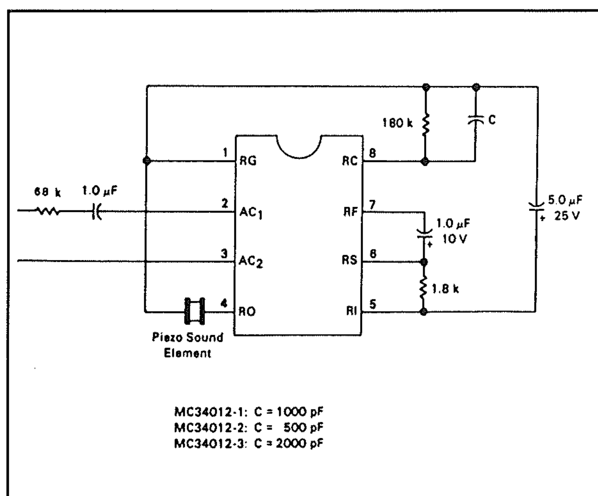


Figuur 3/20.3-38: De aansluitgegevens van de MC 34012.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-39: Intern blokschema van de MC 34012.



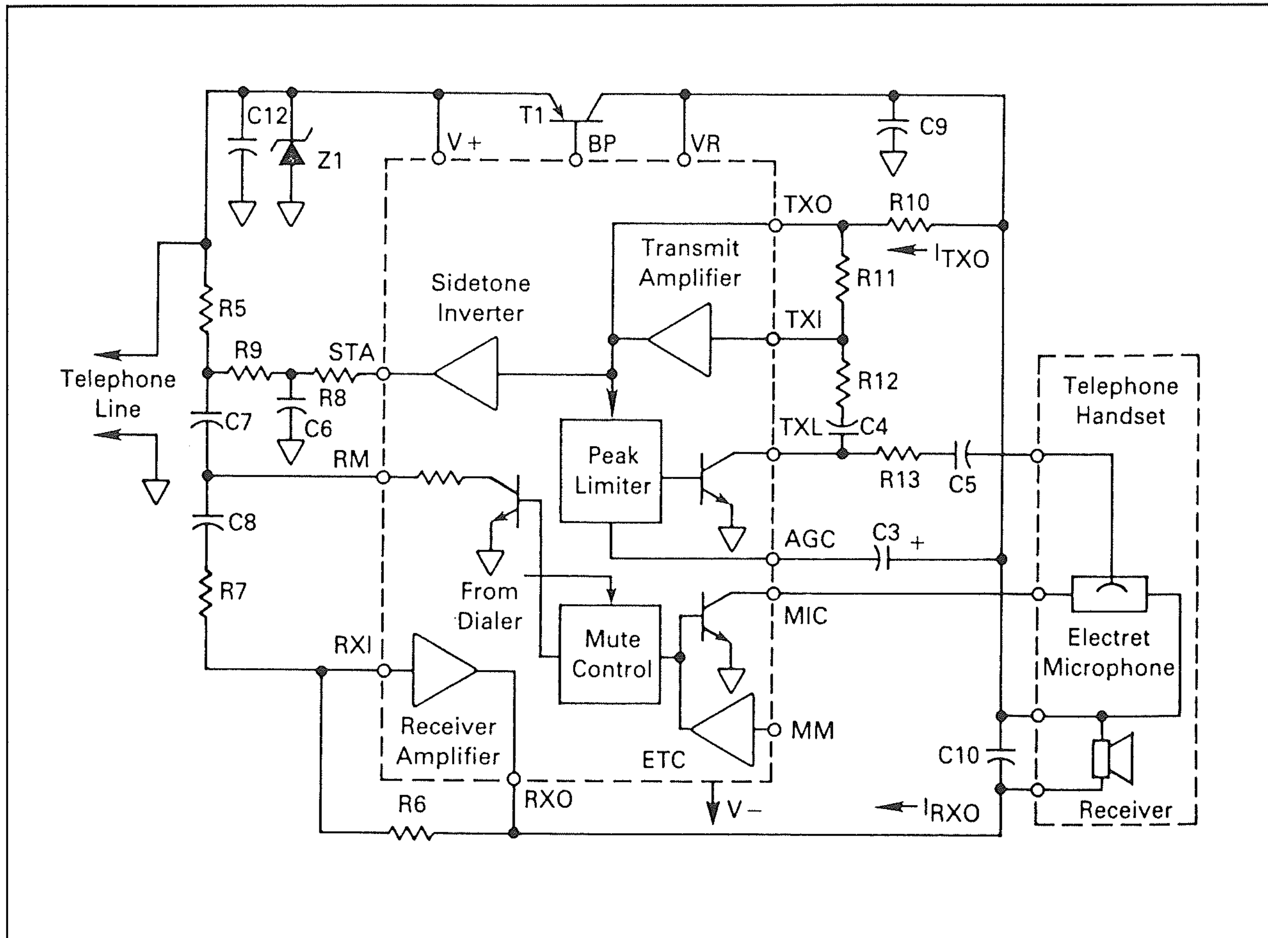
Figuur 3/20.3-40: Een praktische toepassing van de MC 34012-x.

Het Speech Network

Inleiding

Het Speech Network heeft tot taak luidsprekertje en microfoon in de hoorn van de telefoon te koppelen aan het PTT-net. In principe kont het er op neer de vier signaaldraden van microfoon + luidspreker om te zetten in de twee signaaldraden van het PTT-net. Vandaar dat men dit soort schakelingen ook wel eens "two-to-four"-interfaces noemt.
Er bestaan daarvoor geen standaard oplossingen.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-41: Het Speech Network in de MC 34010 P.

Ieder IC (of deel van een IC) lost dit probleem op een eigen manier op. Als voorbeeld wordt het Speech Network van een Motorola-IC behandeld.

De MC 34010 P

Dit Motorola-IC bevat alle schakelingen die noodzakelijk zijn om een elektronische telefoon te maken. Een van die schakelingen is dus het Speech Network, waarvan het blokschema en de externe bedrading in figuur 3/20.3-41 getekend is.

De electret-microfoon wordt gevoed vanuit de interne voedingsspanning VR. Dit element stuurt de Transmit Amplifier aan. Er is echter ook een Peak Limiter ingebouwd, die het signaal begrenst als er te luid in de microfoon wordt gepraat. Het versterkte microfoonsignaal wordt geïnverteerd in de Sidetone Inverter en via de uitgang STA naar de PTT-lijn gestuurd. Het RC-netwerkje R8/C6 bepaalt het maximale niveau van het lijnsignaal.
De Mute Control sluit via de aansluiting RM het lijnsignaal kort als er een telefoonverbinding tot stand wordt gebracht. Op deze manier wordt voorkomen dat de kiestoontjes en overige stoorsignalen in de luidspreker hoorbaar zijn.
De luidspreker staat via de transistor T1 rechtstreeks over de PTT-lijn geschakeld, met uiteraard de Mute Control als besturend element in deze kring.

Volledige schema's

Inleiding

Als slot van dit hoofdstuk worden, ter illustratie, enige schema's gepubliceerd van elektronische telefoons.

De Motorola oplossing

In figuur 3/20.3-42 is een praktisch schema getekend van een elektronische telefoon met als basis de MC 34010 of MC 34011 van Motorola. Dat zijn "single IC telephone set's", hetgeen wil zeggen dat alle schakelingen in één IC zijn ondergebracht.

De PTT-lijn wordt via de haakschakelaar S1 op de reeds beschreven manier capacitief of resistief met de brug verbonden. Na de brug staat S2, de tweede sectie van de haakschakelaar. In rust zorgt deze schakelaar ervoor dat het inkomende belsignaal naar de TR-sectie van het IC kan gaan. Dit is de Ringer-schakeling, die de piëzotransducer aanstuurt. Rechts onder in beeld herkent men het Speech Circuit. Links boven staat het toetsenbordje, dat op de beschreven manier via vier R- en vier C-aders op het IC wordt aangesloten.

De besproken IC's hebben de mogelijkheid te communiceren met een microcontroller. Daarvoor wordt een PIA, een "Periferal Interface Adapter" van het type MC 6821 gebruikt. Met deze twee IC's kan men dus een telefoon met nummergeheugen en alle andere te bedenken microcomputer gestuurde functies realiseren.

De Telefunken oplossing

In figuur 3/20.3-43 wordt een praktische schakeling van Telefunken beschreven.

Er wordt gebruik gemaakt van twee IC's. De MK 5375 is de DTMF-generator en Tone Ringer. Met de schakelaar S3 kan men omschakelen tussen puls- of toonmode.

De schakeling wordt onder spanning gehouden door een NiCad-celletje van 3 V. Op deze manier blijft het nummergeheugen onder alle omstandigheden onder spanning staan.

Als Speech Network wordt de U 4055 B ingezet. Dit IC heeft een interface naar de MK 5375, zodat de MUTE functie automatisch tot stand komt door de $\overline{\text{MUTE OUT}}$ van de MK 5375 rechtstreeks door te koppelen met de $\overline{\text{MUTE}}$-ingang van de U 4055 B.

De SGS-Thomson oplossing

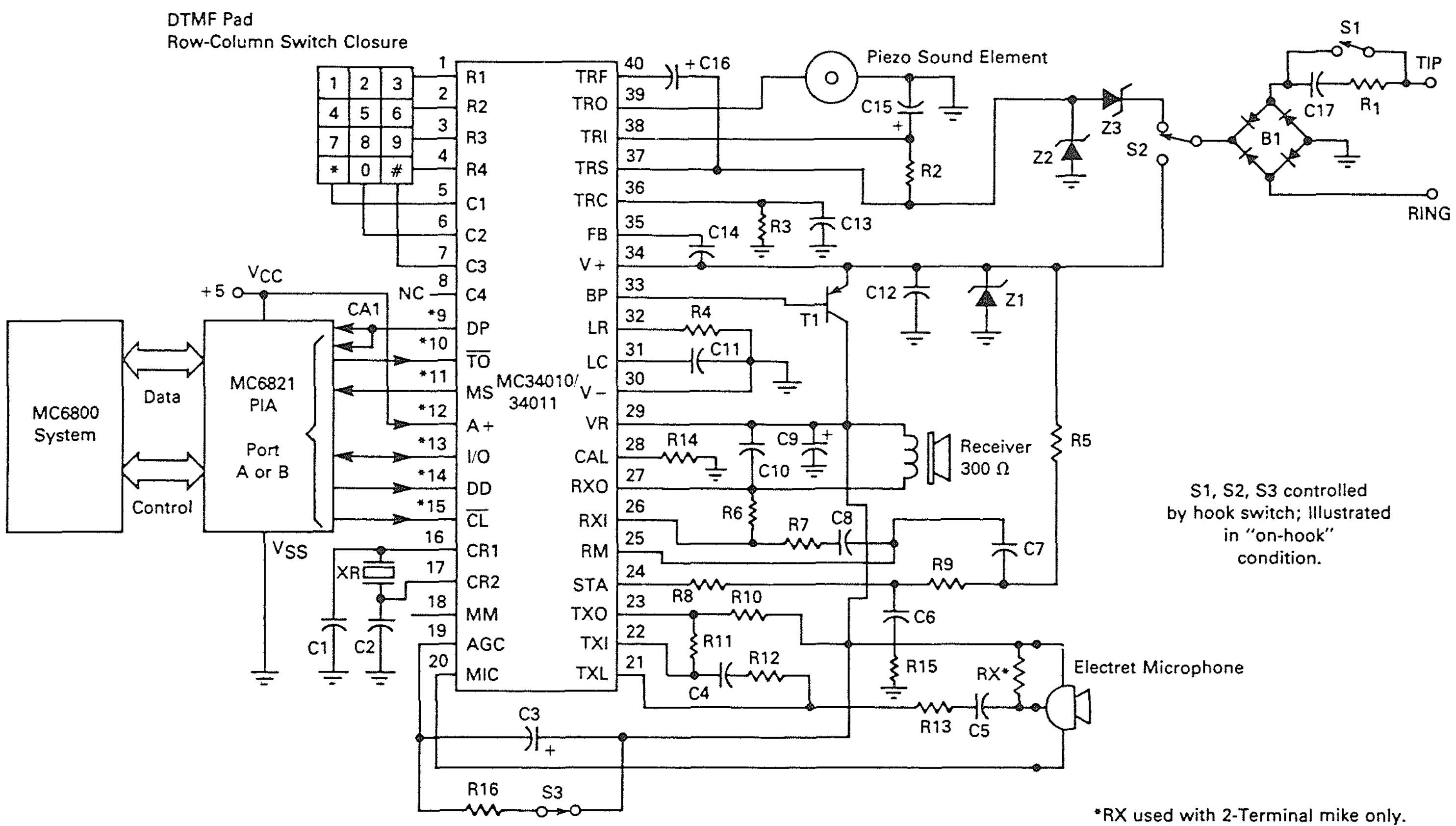
Figuur 3/20.3-44 geeft een ontwikkeling van SGS-Thomson weer.

Ook nu wordt er gebruik gemaakt van twee IC's.

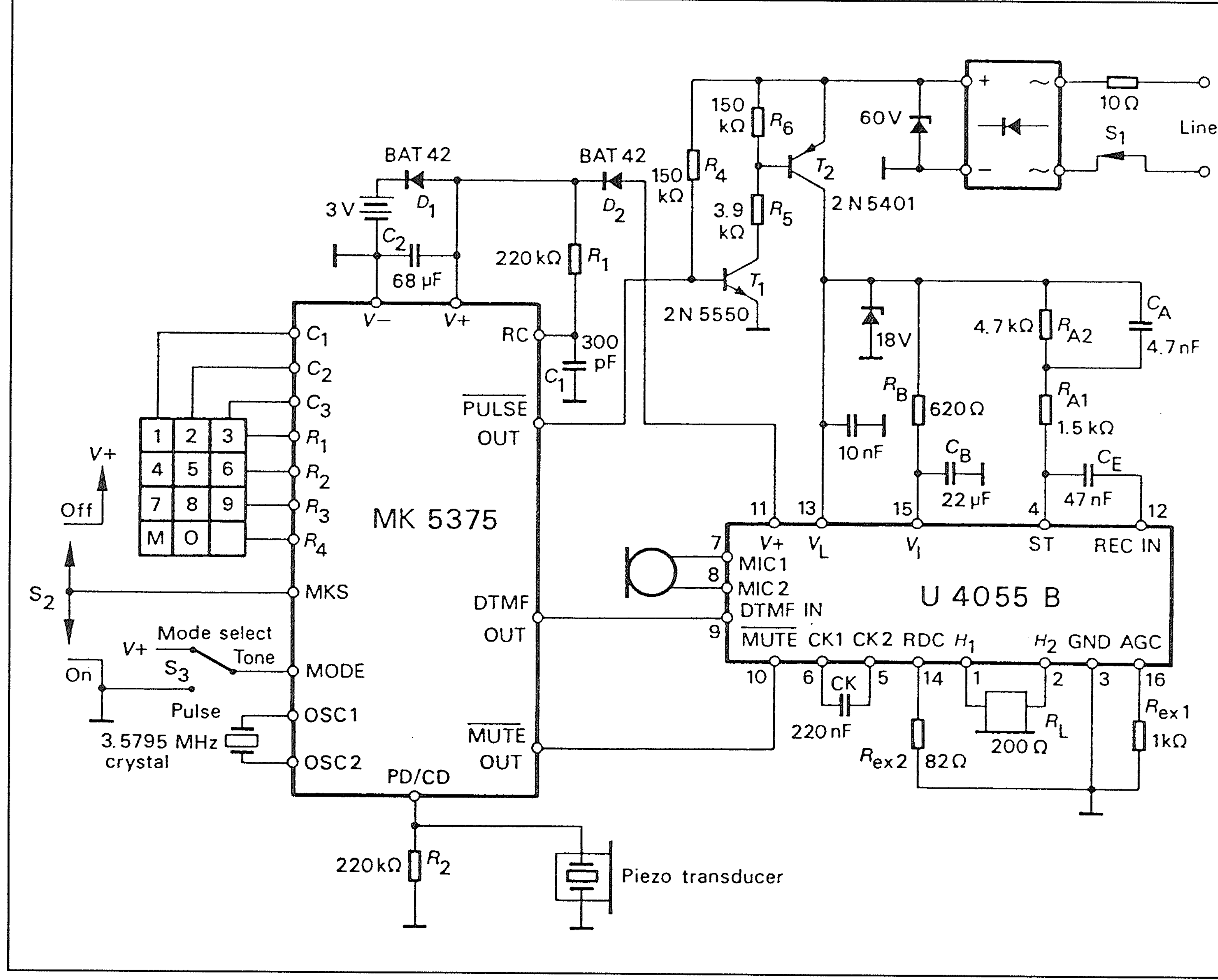
De TEA 7090 bevat het analoge deel van de schakeling en levert het Speech Network en de Tone Ringer.

Als DTMF-generator wordt een ST 6292 toegepast.

20.3 De kiestoon telefoon

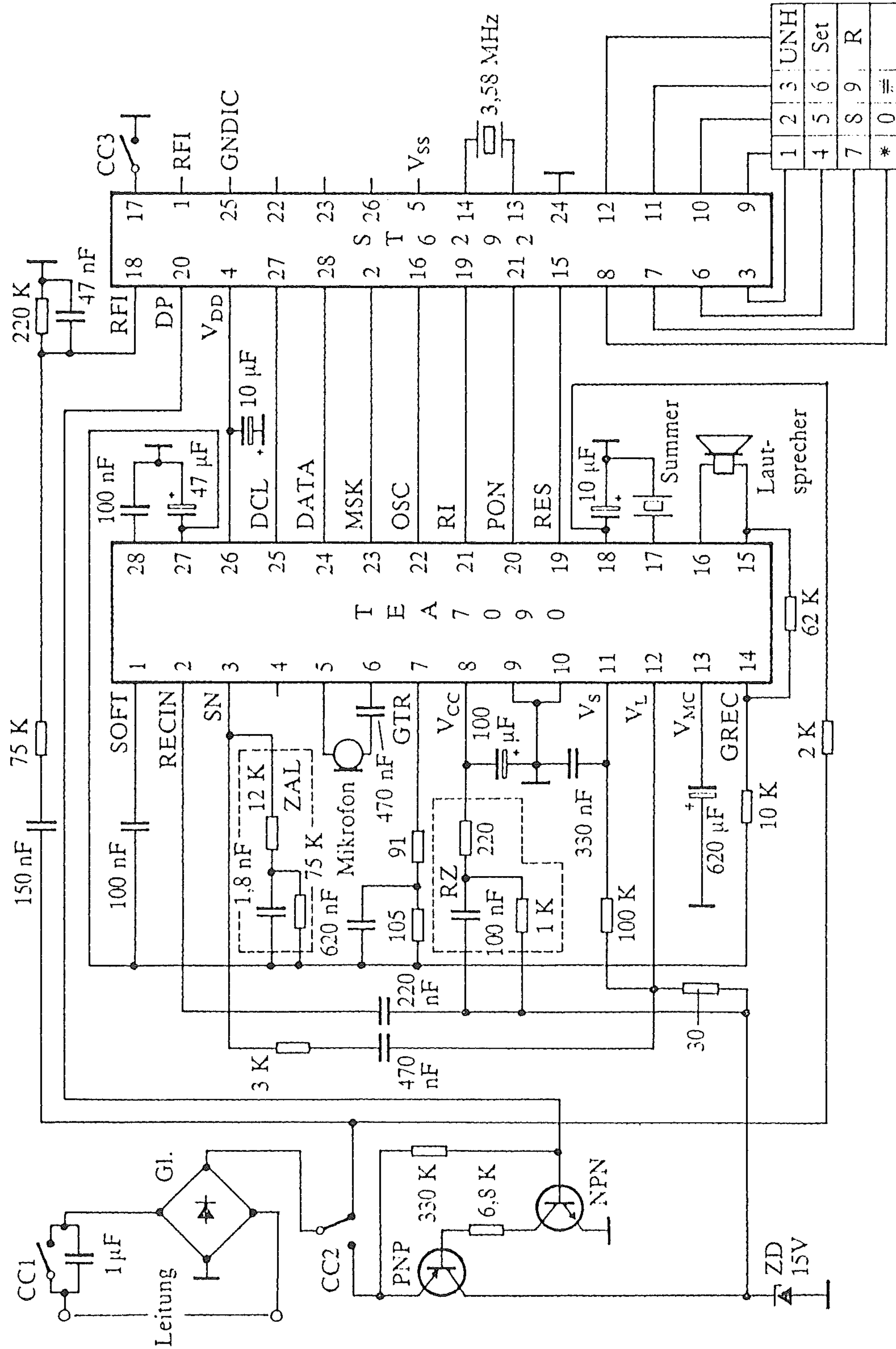


Figuur 3/20.3-42: Een volledige elektronische telefoon rond de MC 34010 of MC 34011 van Motorola.



Figuur 3/20.3-43: Een telefoonschakeling van Telefunken.

20.3 De kiestoon telefoon



Figuur 3/20.3-44: Een praktische telefoonschakeling van SGS-Thomson met twee IC's.

3/20.4

Interfacing op het PTT-net

Inleiding

Monopolie doorbroken

Nog niet zo lang geleden was een telefoon alleen in bruikleen verkrijgbaar bij de PTT. Het zélf aansluiten van een telefoon of een uitbreiding op het PTT-net was absoluut verboden. De PTT had de alleenheerschappij over haar net!
Door de in de jaren tachtig ingezette "verzelfstandiging" van openbare diensten is het beeld drastisch veranderd. Op dit moment verkoopt de PTT telefoons en randapparatuur via haar eigen keten van "Primafoon"-winkels. Inpakken, wegwezen en zelf aansluiten, is nu de boodschap! Bovendien moet de PTT concurreren op de vrije markt met tal van andere aanbieders van telefoonapparatuur.
Kortom, het monopolie van de PTT is doorbroken!

Technische eisen

Omdat de PTT wél de infrastructuur blijft beheren, het PTT-net en de centrales, heeft deze instantie aan de Minister van Verkeer & Waterstaat gevraagd om technische eisen die aan apparatuur gesteld moeten worden wettelijk vast te leggen. Dat is in de Staatscourant van september 1988 gebeurd onder de titel "Technische eisen voor randapparatuur". In deze technische eisen wordt een groot aantal specificaties, voorschriften en eisen opgesomd, waaraan apparatuur moet voldoen die rechtstreeks op het PTT-net wordt aangesloten.
En hoewel deze "Technische eisen" in eerste instantie bedoeld zijn voor de fabrikanten van telefonie-apparatuur, krijgt iedereen er mee te maken die iets, al is het maar een tweede bel, op de PTT-lijn wil aansluiten.

In dit hoofdstuk zal een bloemlezing worden gegeven van de voornaamste eisen die in de Staatscourant zijn gepubliceerd. En uiteraard zullen de gortdroge en zeer ingewikkelde wetteksten vertaald worden naar een verhaal, waar iedere geïnteresseerde doe-het-zelver mee uit de voeten kan.

De belangrijkste eisen

Niet alle wettelijk vastgestelde eisen en voorschriften zijn van belang voor de doe-het-zelver die een kleine schakeling op het PTT-net wil aansluiten. Vandaar dat dit hoofdstuk zich alleen zal bezig houden met:
- isolatie van het PTT-net;
- voedingsspanning van het PTT-net;
- belasting van het PTT-net;
- werkvoorwaarden van het PTT-net;
- maximale signaalsterkte op het PTT-net;
- tijdlimieten van het PTT-net.

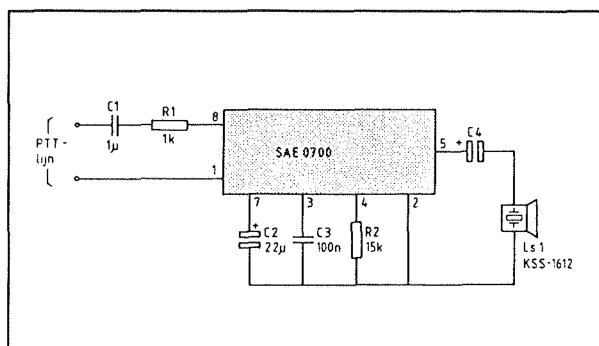
Isolatie van het PTT-net

Een eis om niet mee te spotten!
Een van de voornaamste eisen die de PTT stelt is dat apparatuur die op haar net wordt aangesloten galvanisch gescheiden is van dat net. Dat wil zeggen dat men tussen een van de twee aders van het PTT-net en gelijk welk punt van de schakeling een oneindig hoge weerstand moet meten, zowel op gelijkstroom- als op wisselstroomgebied.

Dat is een zeer terechte eis en iedereen die iets op het PTT-net aansluit moet voldoende verantwoordelijkheid hebben om zich aan die eis te houden!
Denk maar na wat er eventueel zou kunnen gebeuren als men een schakeling niet-galvanisch gescheiden met het PTT-net verbindt. In die schakeling zit in de meeste gevallen een voeding. Die voeding heeft een positieve pool en een negatieve pool. Deze laatste is meestal met de massa van de schakeling verbonden. In de meeste gevallen zal ook een van de aders van het PTT-net aan die massa liggen. Dat is ook al iets dat niet mag, vanwege de eis van symmetrische belasting (zie later). Maar goed, stel dat deze schakeling werkt. Het gevolg is dat een van de aders van het PTT-net met de negatieve pool van de voeding verbonden is. Als er nu een doorslag in de nettransformator ontstaat tussen de primaire en de secundaire wikkeling kan het gebeuren dat de negatieve pool van de voeding rechtstreeks met de netspanning verbonden wordt. Met als logisch gevolg dat ook een van de aders van het PTT-net aan de netspanning komt te hangen! Niet zo erg leuk voor PTT-monteurs die in vochtige gaten in de grond met de PTT-kabels aan het stoeien zijn! Niet zo leuk voor centralisten, die relaiscontacten aan het schoonmaken zijn!

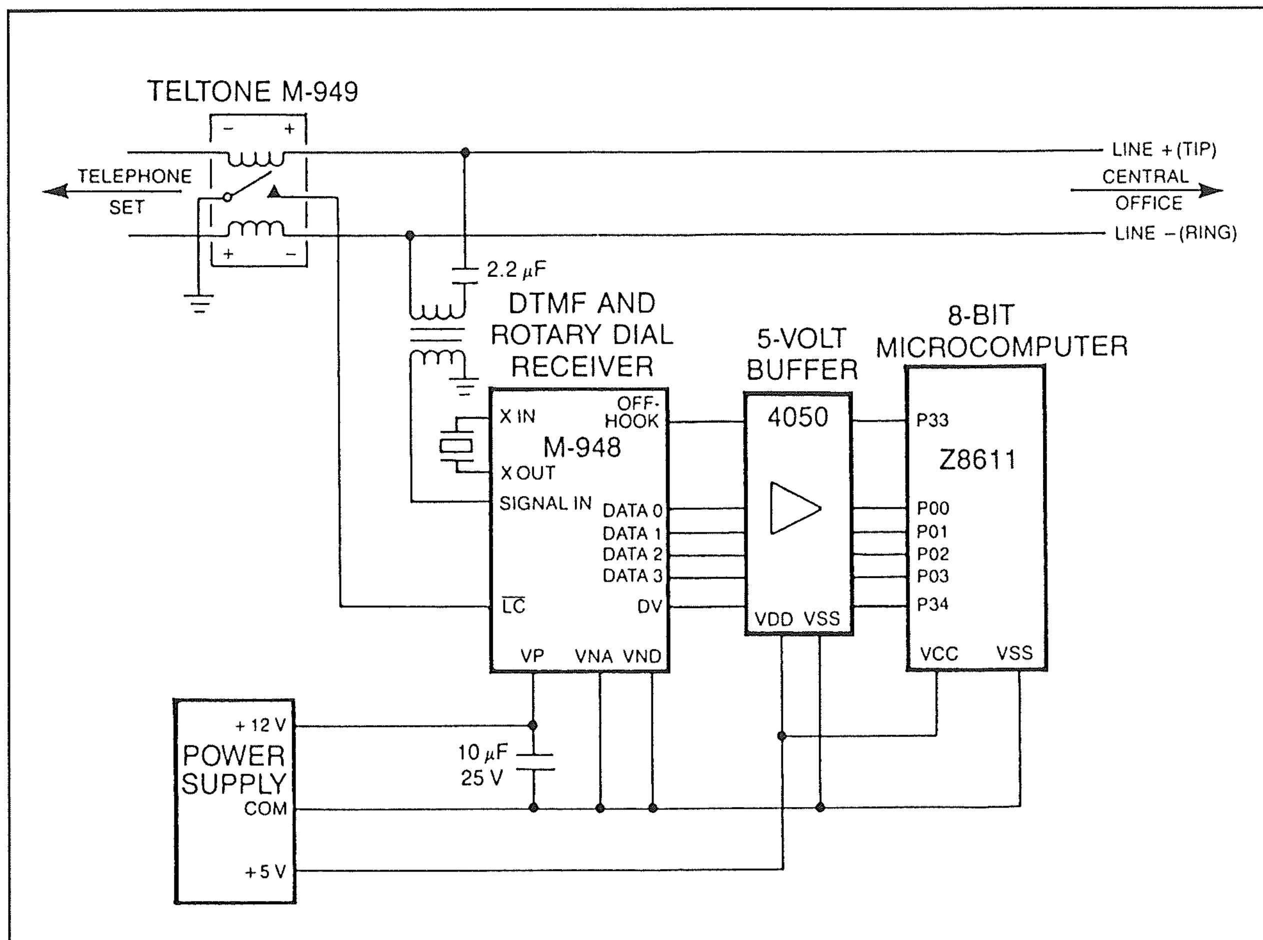
Kortom, die galvanische scheiding is van levensbelang, niet alleen voor de gebruiker zélf, maar voor nog een heleboel andere mensen.

De uitzondering op de regel
Op deze gouden regel geldt maar één uitzondering. Schakelingen die geen eigen voeding hebben, maar hun voedingsspanning uit de gelijkspanning van het PTT-net betrekken, mogen wél galvanisch met het net verbonden zijn. Maar dan wel alleen als er absoluut geen netspanning in de buurt van de uitbreiding komt. In de praktijk betekent dit dat alleen een extra elektronische telefoonbel niet-galvanisch gescheiden aan het net gekoppeld kan worden.
Ter illustratie is in figuur 3/20.4-1 een schakelingetje getekend dat zonder bezwaar rechtstreeks tussen de a- en b-aders van het PTT-net kan worden aangesloten. De schakeling is een extra elektronische telefoonzoemer, die een piëzo-ceramische transducer met een tweetonig signaal stuurt als het belsignaal op de PTT-lijn verschijnt.



Figuur 3/20.4-1: Een eenvoudige extra telefoonbel kan rechtstreeks op het PTT-net worden aangesloten.

20.4 Interfacing op het PTT-net



Figuur 3/20.4-2: Een voorbeeld van een koppeling aan de PTT-lijn via een 600 Ω transformator.

Het zal wel duidelijk zijn dat deze schakeling op geen enkele manier de veiligheid van het PTT-net in gevaar kan brengen.

Belangrijke opmerking

Vergeet echter niet dat ook dit soort schakelingen altijd ***via een condensator*** met het PTT-net verbonden moeten worden! Zou de koppeling namelijk resistief zijn, dan zal de niet oneindige ingangsweerstand van de schakeling een gelijkstroom door de PTT-lijn tot gevolg hebben. Wordt deze stroom te groot, dan detecteert de centrale dit en denkt dat de op de PTT-lijn aangesloten telefoon om een verbinding vraagt. Er wordt dan een lijn vrijgemaakt en op deze lijn wordt de bekende "lijn vrij"-toon gezet. Het is uiteraard niet de bedoeling dat dit gebeurt.

Hoe het wel moet

In alle andere gevallen zit er niets anders op dan gebruik te maken van een van de twee onderstaande koppelingssystemen:

- elektromagnetisch, door middel van een speciale scheidingstrafo met een primaire en secundaire impedantie van 600 Ω;
- elektro-optisch, door gebruik te maken van een foto-koppelaar met primaire LED en secundaire fotodiode of -transistor.

Van beide systemen zal een voorbeeld worden beschreven.

Elektromagnetisch

De elektromagnetische koppeling is de vanouds door de PTT zélf toegepaste methode om iets op het net aan te sluiten.
Er zijn speciale trafo's in de handel die men "modem-trafo's" noemt. Deze hebben twee identieke wikkelingen met een impedantie van 600 Ω. Deze impedantie heeft als voordeel dat de PTT-lijn op de meest optimale manier wordt belast. Maar bovendien zijn die twee wikkelingen zo op de kern aangebracht, dat de isolatie tussen de secundaire en de primaire kant optimaal is. Een derde voordeel van de koppeling met een modem-trafo is dat de PTT-lijn alleen belast wordt met een wikkeling van 600 Ω en dat er geen enkel gevaar bestaat dat de symmetrie van de lijn verloren gaat of wordt aangetast.

In figuur 3/20.4-2 wordt een toepassing gegeven van een dergelijke elektromagnetische koppeling. De schakeling is een ontvanger voor DTMF-codes en de signaal-ingang van de M-948 is aangesloten op de secundaire wikkeling van de transformator. Omdat de ingang van het IC unipolair is, wordt de tweede aansluiting van de secundaire wikkeling rechtstreeks met de massa verbonden.

De primaire wikkeling gaat naar de twee aders van de PTT-lijn, ***maar ook nu moet een condensator is serie opgenomen worden!*** Zonder deze condensator veroorzaakt de primaire wikkeling een gelijkstroom door de lijn en dat mag niet.
De schakeling kan nu zonder bezwaar gevoed worden uit een eigen voedingstrafo. Tussen het wisselspanningsnet en de PTT-lijn staan nu immers twee transformatoren opgenomen en het is zo goed als ondenkbaar dat deze allebei zouden doorslaan.

Elektro-optisch

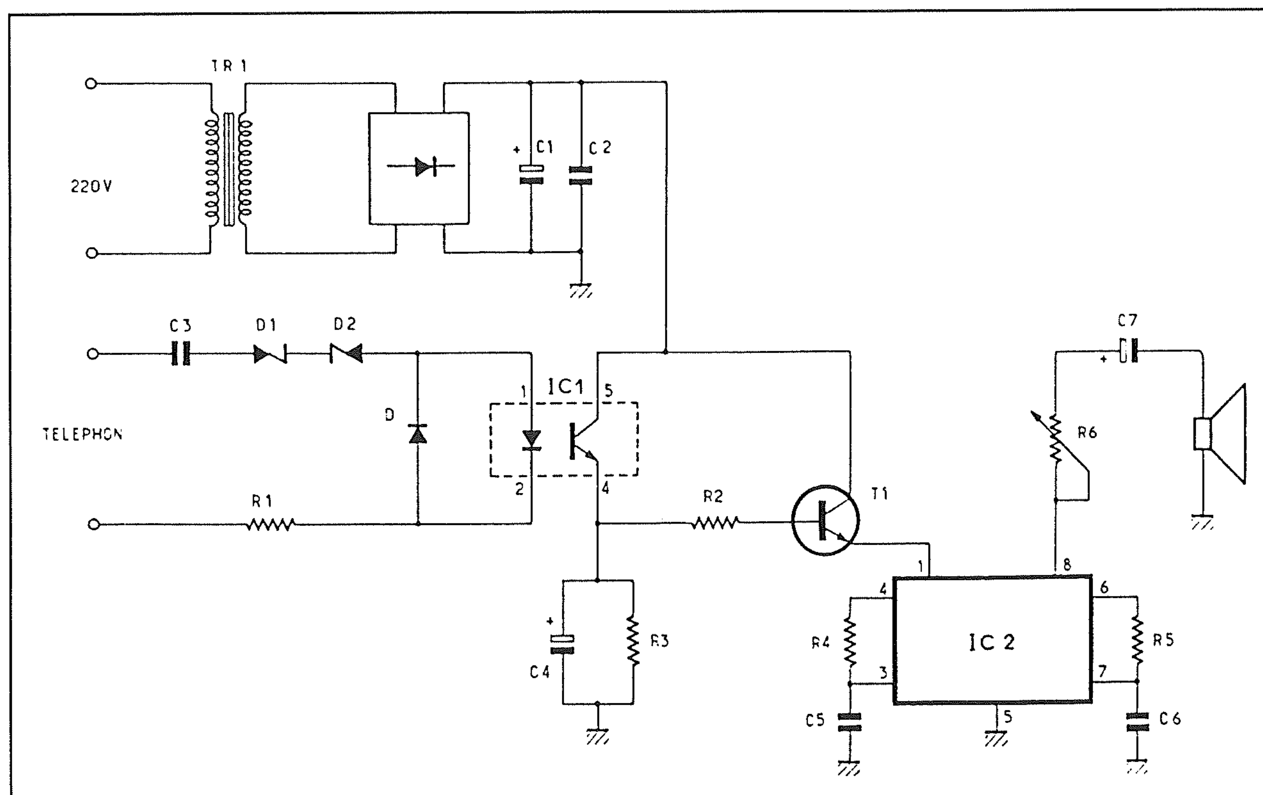
Bij de elektro-optische koppeling wordt als koppelelement een optische koppelaar gebruikt. De LED wordt verbonden met de PTT-lijn. De foto-diode kan via een emittervolger ingesteld worden.

In figuur 3/20.4-3 is een voorbeeld van een dergelijke koppeling getekend. Het schema beschrijft een telefoonbel met groot volume. Wil men uit een bel een groot geluidsvolume halen, dan kan de PTT-lijn het daarvoor noodzakelijke vermogen niet meer leveren. Men moet een schakeling verzinnen met een eigen netvoeding die het noodzakelijke vermogen wél kan leveren.

De LED van de optische koppelaar wordt op de PTT-lijn aangesloten via de serieschakeling van een condensator C3, twee zenerdioden D1 en D2 en een weerstand R1. Deze onderdelen zorgen voor:
- de noodzakelijke capacitieve koppeling tussen PTT-lijn en schakeling (C3);
- de beperking van de stroom door de LED als het grote belsignaal op de PTT-lijn wordt gezet (R1);
- het verhinderen dat de LED invers gepolariseerd wordt (D);
- het niet reageren van de schakeling op kleinere signalen dan de belspanning (D1 + D2).

De foto-transistor van de optokoppelaar stuurt een emittervolger T1. Als het belsignaal op de PTT-lijn wordt gezet gaat de LED branden. De foto-transistor wordt in geleiding gestuurd en de spanning die op de emitter ontstaat stuurt transistor T1 in verzadiging. Deze transistor voorziet IC2, een of andere toongenerator, van spanning. Deze schakeling stuurt dan de luidspreker HP.

20.4 Interfacing op het PTT-net



Figuur 3/20.4-3: Een voorbeeld van een elektro-optische koppeling tussen het PTT-net en een schakeling.

De in figuur 3/20.4-3 voorgestelde elektro-optische scheiding is een standaard schakeling die vaak wordt toegepast als men een netgevoed apparaat op het PTT-net wil aansluiten. In hoofdstuk 3/20.5 zal men deze basisschakeling dan ook in verschillende configuraties aantreffen.

De officiële normen

De isolatie van het PTT-net staat wettelijk als volgt omschreven.
De isolatie tussen de aders van de PTT-lijn, een netvoeding en aanraakbare metalen delen van het randapparaat moet gedurende één minuut bestand zijn tegen een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz en een waarde van 3.000 V.
Voor gelijkspanning gelden dezelfde voorwaarden voor een spanningswaarde van 4.250 V.

Verder mag er geen contact bestaan tussen een eventuele aarde van de elektriciteitsvoorziening en de PTT-aarde.

Voedingsspanning van het PTT-net

Inleiding

Bij het op het PTT-net aansluiten van randapparatuur moet men rekening houden met de spanning die men van dit net kan verwachten. Deze spanning, die zowel een gelijkspannings- als en wisselspanningsaandeel bevat, stuurt immers een stroom door de ingangskring van de schakeling en deze stroom mag uiteraard een bepaalde waarde niet overschrijden.

De gelijkspanning op het net

De maximale waarde van de gelijkspanning op de PTT-lijn bedraagt 77 V. In de meeste netten is deze spanning inmiddels echter gereduceerd tot 66 V. Hoeveel van die spanning nog ter beschikking van de eindgebruiker staat is uiteraard afhankelijk van de gelijkstroomweerstand van de PTT-lijn.
Bij een grote lengte van de lijn kan deze waarde oplopen tot ongeveer 1,3 kΩ.
De PTT stelt als eis dat de gelijkspanning op de lijn bij maximale belasting door het randapparaat niet onder de 42 V mag zakken.

Wisselspanning op het net

Op de gelijkspanning zijn diverse wisselspanningen gesuperponeerd. De grootste is uiteraard de puls voor de kostenteller. Deze kan een top-tot-top waarde hebben van meer dan 100 V.
Daarnaast moet men rekening houden met de belspanning, die in vakkringen de "wekspanning" wordt genoemd. Deze kan oplopen tot 50 V.
De ingangskringen van de aangesloten apparatuur moeten bestand zijn tegen deze spanningen.

Belasting van het PTT-net

Symmetrie voor alles!

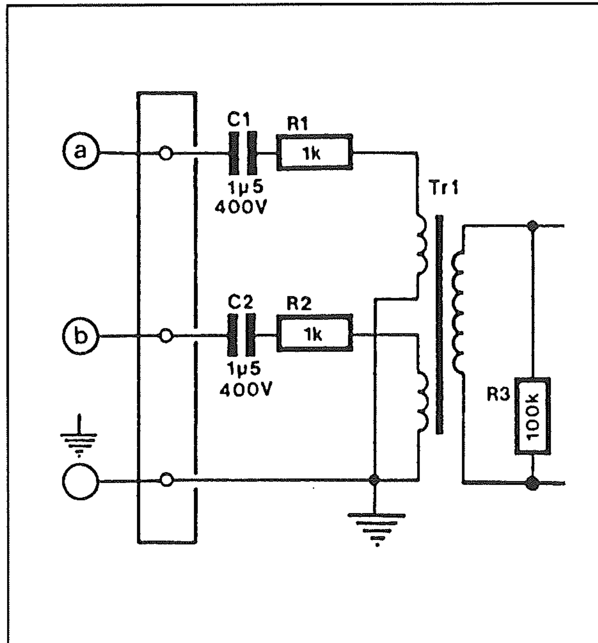
Het telefoonnet kan worden beschouwd als een symmetrisch netwerk met een typische impedantie van 600 Ω.
De PTT wil deze situatie heel erg graag zo houden!
Dank zij deze symmetrische structuur kan men bijvoorbeeld de pulsen voor de kostentellers, die op beide aders aanwezig zijn, niet horen in de hoorn. Hetzelfde geldt voor bromspanningen, die ook op beide aders aanwezig zijn maar die door de symmetrie van het net geen last veroorzaken. Zou men echter deze symmetrie aantasten, bijvoorbeeld door het net asymmetrisch te belasten, dan zouden dergelijke signalen wel in min of meerdere mate te horen zijn. En dat is duidelijk niet de bedoeling!

Men kan zich de vraag stellen wat deze symmetrie nu eigenlijk voorstelt. Dat is een ingewikkeld verhaal, maar in het kort komt het er op neer dat de impedantie die men meet tussen de aarde en ader a van het PTT-net en tussen de aarde en ader b van het PTT-net identiek moet zijn. De PTT spreekt dan ook van "aard-symmetrie" en van de eis van "aard-symmetrische" belasting van haar net.
Het is dan ook absoluut verboden om een belasting aan te sluiten tussen één van de signaaldraden a of b en de aarde! Alle belastingen moeten tussen de aders a en b worden aangesloten.
Moet men om de een of andere reden toch werken met de signalen tussen a of b en de aarde, dan moet men toch beide aders op een identieke manier naar de massa toe belasten. Alleen op deze manier blijft de "aard-symmetrie" van het net bestaan.

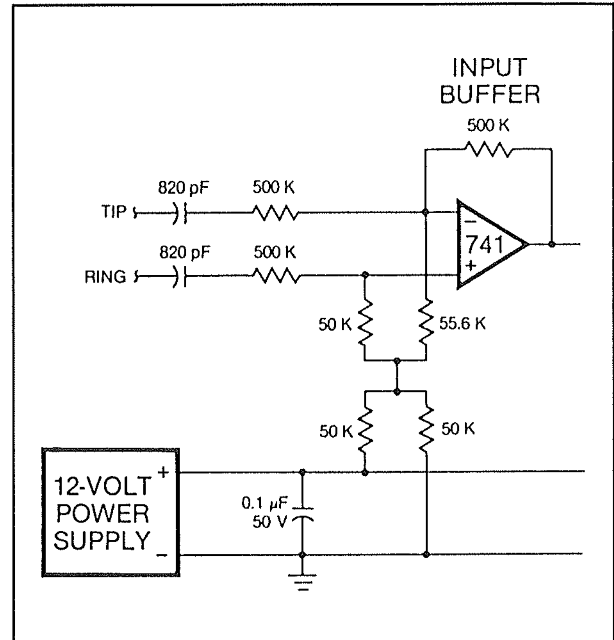
Voorbeelden van aard-symmetrische belasting

In deze paragraaf zullen twee voorbeelden besproken worden van goede belastingen van het net naar de massa.
In figuur 3/20.4-4 is een systeem getekend, waarbij de a- en b-aders van het PTT-net op identieke manier naar de aarde worden belast.

20.4 Interfacing op het PTT-net



Figuur 3/20.4-4: Een aard-symmetrische belasting door middel van een trafo met twee identieke wikkelingen.



Figuur 3/20.4-5: Aard-symmetrische belasting door middel van een verschilversterker.

Beide aders zijn namelijk aangesloten op de serieschakeling van een condensator, een weerstand en een primaire wikkeling van een trafo. Als men ervoor zorgt dat deze componenten voor beide kringen identieke waarden hebben, wordt er niets gewijzigd aan de symmetrie van het net.

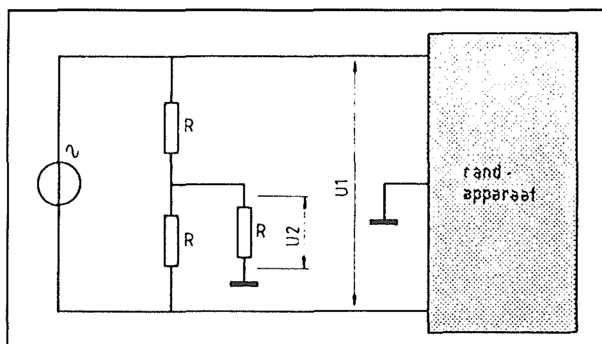
In Amerikaanse schema's wordt vaak de oplossing van figuur 3/20.4-5 aangeboden. De twee aders van het net worden nu middels identieke condensatoren en weerstanden aangesloten op de twee ingangen van een verschilversterker. De twee ingangen van de operationele versterker gaan via identieke weerstanden naar de massa of aarde. De schakeling berekent het spanningsverschil tussen de spanningen op ader a ten opzichte van de aarde en de spanning op ader b ten opzichte van de aarde en zet dit spanningsverschil op de uitgang.

Hoewel deze schakeling uitstekend voldoet aan de eis van "aard-symmetrische belasting" is het maar de vraag of de PTT zo gelukkig is met de isolatie die dit systeem te bieden heeft. De enige isolatie vormen de twee condensatoren aan de ingang, onderdelen die nogal snel kunnen doorslaan of lekstromen kunnen vertonen!
Deze methode wordt dan ook niet aangeraden!

De technische eisen aan aard-symmetrische belasting

Volgens de PTT-normen moet de aardsymmetrie in de volledige spraakband van 300 Hz tot 3,4 kHz niet kleiner zijn dan 46 dB.
Deze waarde kan gemeten worden met het schema van figuur 3/20.4-6. Hierin worden drie identieke weerstanden van 300 Ω toegepast.

20.4 Interfacing op het PTT-net



Figuur 3/20.4-6: Het meten van de aard-symmetrie van een apparaat.

Aansluitfactor			
C(μF) / Z (kOhm)	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 1,1
3,5 - 6	2,5	2,5	2,5
6 - 9	2,0	2,0	2,0
9 - 13	1,5	1,5	2,0
13 - 20	1,0	1,0	1,5
> 20	0,5	1,0	1,5

Figuur 3/20.4-7: De waarde van de aansluitfactor voor verschillende belastingen.

De aard-symmetrie wordt berekend aan de hand van de formule:
$a_s = 20.\log[U_1/U_2]$
en uitgedrukt in dB.

De aansluitfactor van apparatuur
In ieder huis zijn tegenwoordig minstens twee telefoons op de PTT-lijn geschakeld. En, laten wij wel wezen, in 99,9 % van de gevallen worden die gewoon parallel op de lijn geschakeld. Kan dat zo maar? Of, met andere woorden, wat is in feite de maximale belasting die men op de PTT-lijn mag zetten?
De PTT heeft daarvoor de zogenoemde "aansluitfactor" gedefinieerd. Deze factor wordt aan een apparaat toegekend en de waarde van deze factor hangt af van de impedantie van het apparaat bij 25 Hz en de capaciteit die gemeten wordt tussen de twee ingangen.
De grootte van deze aansluitfactor is gegeven in de tabel van figuur 3/20.4-7.
Een apparaat met een impedantie van 10 kΩ bij 25 Hz en een capaciteit van 1 μF heeft dus een aansluitfactor van 2,0.
De totale aansluitfactor van alle apparaten die op de PTT-lijn zijn aangesloten mag maximaal 5,0 bedragen. Of, anders gezegd, de capacitieve belasting mag nooit groter worden dan 2,2 μF en de impedantie nooit lager dan 1,75 kΩ.

Om de een of andere onduidelijke reden worden bovendien ook per apparaat maxima en minima vastgesteld. Een op het PTT-net aangesloten apparaat moet een impedantie van minimaal 3,5 kΩ hebben en een capaciteit van maximaal 1,1 μF.

Een laatste eis is dat de gelijkstroomweerstand van een apparaat in rust niet kleiner mag zijn dan 1 MΩ. Voor alle op de lijn aanwezige apparatuur geldt een minimale waarde van de DC-weerstand van 400 kΩ.

Werkvoorwaarden van het PTT-net

Inleiding
De PTT-lijn kent twee werktoestanden:
- Rust,
  waarbij er een relatief grote gelijkspanning over de lijn staat, maar er geen gelijkstroom vloeit. Voor de centrale het teken dat er geen verbinding wordt aangevraagd.
- Oproep,
  waarbij er een gelijkstroom door de lijn wordt gestuurd en de lijnspanning terug valt. Deze toestand is voor de cen-

20.4 Interfacing op het PTT-net

trale het teken dat er een verbindingsopbouw wordt aangevraagd. Zolang de lijnstroom vloeit zal de centrale de lijn open houden.

Voor beide werktoestanden stelt de PTT een aantal eisen, die nu in het kort besproken worden.

Rust

Als de hoorn op de haak ligt is alleen de serieschakeling van een condensator en de bel tussen de klemmen van de telefoon opgenomen. Deze kring vormt een zuivere capacitieve belasting en heeft dus een oneindig hoge gelijkstroomweerstand. Dat is ook noodzakelijk, want in rust mag er in wezen geen gelijkstroom door de PTT-lijn vloeien.

Dezelfde eis geldt voor alle randapparatuur. In rust een zuiver capacitieve belasting, in werking op een actieve lijn een resistieve belasting, zodat de lijnstroom blijft vloeien en de centrale de lijn open houdt.

De PTT schroeft die eis van zuiver capacitieve belasting een beetje terug en neemt genoegen met een apparaat dat in rust een minimale gelijkstroomweerstand van 1 MΩ heeft.

Oproep

Als een apparaat een lijnverbinding aanvraagt moet omgeschakeld worden van capacitieve naar resistieve belasting. De als gevolg daarvan vloeiende gelijkstroom moet een minimale waarde van 16 mA hebben. Alleen dan zal de centrale reageren en de lijn activeren.

Automatisch omschakelen van capacitieve naar resistieve belasting

In de praktijk stelt deze eis best een schakeltechnisch probleem. Want hoe moet een apparaat dat bijvoorbeeld automatisch gesprekken aanneemt en opneemt (zoiets noemt men een telefoon beantwoorder) omschakelen van capacitieve belasting in rust naar resistieve belasting in werking? Daar bestaat een eenvoudige schakeling voor, die in principe wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.4-8.

Het enige dat daarvoor noodzakelijk is, is een reeds besproken 600 Ω naar 600 Ω trafo en een relais met twee omschakelcontacten.

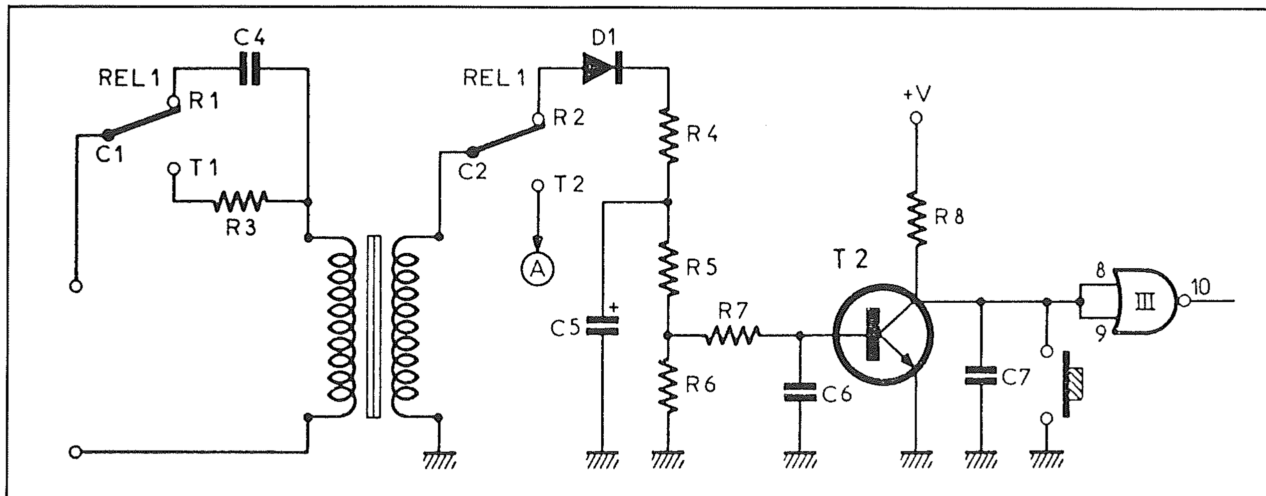
In rust staan de relaiscontacten in de getekend stand. De PTT-lijn in via de condensator C4 met de primaire wikkeling van de trafo verbonden en vormt dus de geëiste capacitieve belasting. De secundaire wikkeling is via het tweede relaiscontact verbonden met een eenvoudige detector.

Als de centrale de grote belpulsen op de lijn zet worden deze via de condensator doorgekoppeld naar de trafo. Op de secundaire wikkeling ontstaat een grote wisselspanning. Deze wordt gelijkgericht met de diode D1, afgevlakt met de condensator C5 en verzwakt met de spanningsdeler R5/R6.

Over R6 ontstaat een kleine gelijkspanning die via R7 en C6 de basis van transistor T2 stuurt. Deze halfgeleider wordt in verzadiging gestuurd, de collectorspanning gaat naar de massa. Deze negatieve spanningssprong wordt door de poort III omgezet in een mooie positief gerichte digitale puls.

Deze puls wordt nu gebruikt voor het besturen van een tijdschakelaar of een flipflop. Een en ander is afhankelijk van het soort apparaat dat ontworpen wordt. In ieder geval moet deze tijdschakelaar of flip-flip het relais na enige seconden omschakelen. Daardoor wordt de PTT-lijn opeens resistief belast via R3.

20.4 Interfacing op het PTT-net



Figuur 3/20.4-8: Het automatisch omschakelen tussen capacitieve en resistieve belasting.

De lijnstroom (16 mA minimaal) gaat vloeien, de centrale houdt op met het versturen van belpulsen en zet de lijn open voor het binnenkomende gesprek.
Het tweede relaiscontact tapt nu het signaal op de lijn af van de secundaire wikkeling en stuurt dit signaal naar de verwerkings-schakelingen.

Maximale signaalsterkte op het PTT-net

Spanning
Apparaten die zélf audio-signalen op de PTT-lijn sturen moeten aan bepaalde voorwaarden voldoen. Het uitgangssignaal mag niet groter zijn dan -9 dBm. Dit is een technische grootheid die de leek niets zegt. Omgerekend komt dit neer op een wisselspanning van maximaal 275 mV effectief bij een belasting van 600 Ω.
Men zal in alle gevallen in het apparaat een begrenzer moeten inbouwen, die er voor zorgt dat de spanning die het apparaat in het net stuurt niet groter wordt dan deze waarde.

Frequentie
De PTT houdt er niet van dat haar net verontreinigd wordt met hoge signaalfrequenties.
Vandaar dat als eerste eis wordt gesteld (deze sluit een beetje aan bij de vorige eis) dat apparatuur die wisselspanning op het PTT-net zet maximaal 776 mV effectief moet kunnen leveren aan een belasting van 600 Ω zonder dat de harmonische vervorming op het signaal groter wordt dan 10 %.

Het apparaat mag ook geen hoogfrequente signalen leveren. Bij 200 kHz wordt een verzwakking geëist van -60 dB ten opzichte van het signaal in de spraakband.

Tijdlimieten van het PTT-net

Inleiding
Apparatuur die volledig automatisch "de hoorn van de haak neemt", abonneenummers "draait", reageert op bezettonen en desnoods een nummer dat in ge-

sprek is opnieuw "draait", moet aan bepaalde tijdlimieten voldoen. Dat wil zeggen dat de PTT eist dat dergelijke schakelingen bijvoorbeeld niet uren lang een en hetzelfde nummer proberen te "draaien" of een lijn waarop geen communicatie plaats vindt in gebruik houden.
In de volgende paragraafjes wordt een overzicht gegeven van de tijdlimieten in verschillende situaties.

Het beantwoorden van een binnenkomende oproep
Apparatuur die zelf "de hoorn van de haak" neemt of, met andere woorden, zichzelf bij het binnen komen van het belsignaal omschakelt van capacitieve naar resistieve belasting, moet binnen een bepaalde tijdlimiet op het belsignaal reageren.
De minimale tijdvertraging bedraagt 1 seconde, de maximale bedraagt 15 seconde.

Het reageren op de centrale-kiestoon
De centrale zendt na het openen van een lijn een centrale-kiestoon uit. Dit is het teken voor de gebruiker dat de centrale bereid is om de kies- of toon-pulsen, waarmee een nummer wordt aangevraagd, te ontvangen. Deze centrale-kiestoon kan een frequentie hebben die ligt tussen de 100 en de 200 Hz of tussen de 340 en de 550 Hz.

Een apparaat dat volledig automatisch nummers "draait" moet wachten op deze centrale-kiestoon alvorens het begint met het uitzenden van de nummercode. De detector in het apparaat die de centrale-kiestoon detecteert moet reageren op spanningsniveaus die liggen tussen 80 mV en 1 V.
Het apparaat kan, onmiddellijk na het detecteren van de centrale-kiestoon, beginnen met het "draaien" van het nummer. Maar er moet, tussen het "draaien" van het netnummer en het "draaien" van het abonneenummer wél opnieuw gewacht worden op de nieuwe centrale-kiestoon!
En daar gaan heel wat telefoons met automatische nummerherhaling in de fout! De meeste apparaten wachten een bepaalde tijd en gaan nadien rustig door met het "draaien" van het abonneenummer zonder op de tweede centrale-kiestoon te wachten!

Het verbreken van een verbinding
Apparatuur die automatisch verbindingen tot stand brengt moet een verbinding weer verbreken als er gedurende een minuut geen informatie-uitwisseling is geweest.
De apparatuur moet de verbinding ook automatisch verbreken als er 40 seconden na het activeren van de lijn nog steeds geen centrale-kiestoon door de centrale is uitgezonden.

Herhaald kiezen
Een automatisch werkend apparaat moet in principe ook een detector aan boord hebben, die de bezet-toon die de centrale uitzendt kan detecteren. Die bezettoon heeft een frequentie die kan liggen tussen 340 en 550 Hz en wordt intermitterend uitgezonden met een aan/uit-verhouding van 400 ms/600 ms.
Het signaal kan tussen 80 mV en 1 V groot zijn.
Als de bezet-detector een bezettoon detecteert, moet de verbinding onmiddellijk verbroken worden.
Nadien moet minstens 5 seconden gewacht worden alvorens hetzelfde nummer "gedraaid" wordt. Herkent het apparaat dan weer de bezettoon, dan moet voor de

20.4 Interfacing op het PTT-net

derde poging minstens een minuut gewacht worden.

Het kiezen van een nummer
Ook voor het automatisch kiezen van een nummer gelden strikte tijdlimieten.
Apparatuur dat eventueel nog gebruik zou maken van kiespulsen moet deze met een frequentie tussen 9 en 11 Hz uitzenden. Iedere cijferpuls duurt dus ongeveer 0,1 seconde. De actieve puls komt overeen met een verbreking van de lijnstroom. De actieve pulsduur moet precies 61,5 % van de totale pulsduur bedragen en dit met een maximale tolerantie van +/-3,5 %.

Apparatuur die gebruik maakt van het DTMF-toonsysteem moet aan de volgende eisen voldoen.
De frequenties van de toontjes moeten binnen +/-1,5 % van de gestandaardiseerde waarden liggen.
De tijdsduur moet 40 ms bedragen en tussen twee toontjes moet een pauze van 40 ms worden ingelast.
Gedurende het uitzenden van de tooncodes moet het apparaat een impedantie van 600 Ω bezitten.

3/20.5
Ideeën voor zelfbouw

Inleiding

Verantwoordelijkheid vereist!
Zoals reeds eerder in dit subdeel beschreven is het PTT-net een ware experimenteertuin voor de oprechte doe-het-zelver. Maar natuurlijk moet men wel steeds voldoende verantwoordelijkheid hebben om te weten wat men doet en, nog belangrijker, te weten wat men maar liever niet doet!
In dit hoofdstuk worden geen kant-en-klare bouwbeschrijvingen aangeboden. Wel zal een groot aantal ideeën worden aangereikt, waarmee de ervaren doe-het-zelver aan de slag kan.
Maar vóór de lezer(es) de soldeerbout ter hand neemt wordt dringend aangeraden de hoofdstukken 3/20.1 en 3/20.4 goed te bestuderen!

Dingen die men in ieder geval absoluut niet mag doen zijn, nog eens ten overvloede:
- de aders a en b van het PTT-net niet symmetrisch belasten naar de aarde, waardoor brom kan ontstaan;
- schakelingen die via een trafo gevoed worden vanuit het 220 V wisselspanningsnet rechtstreeks op de aders a en b aansluiten;
- het PTT-net in rust belasten met een resistieve weerstand.

Wat aan de orde komt
In dit hoofdstuk zullen de volgende aspecten van het telefoongebeuren worden behandeld:
- extra telefoonbellen;
- aansluiten van twee apparaten;
- detecteren van de belpulsen;
- detecteren van de kostenpulsen;
- verbinding tot stand brengen;
- afstandsbesturingen.

Extra telefoonbellen

Inleiding
Schakelingen waarmee men extra telefoonbellen kan aansturen moeten reageren op de grote belpulsen die door de PTT tussen de a- en b-aders van het net worden gezet.
Maar anderzijds mogen deze schakelingen het normale spraakverkeer niet belemmeren en mogen uiteraard onder geen enkele omstandigheid de lijn resistief belasten.

Diverse halfgeleider-fabrikanten brengen speciale IC's op de markt waarmee men op een zeer eenvoudige manier extra bellen of zoemers kan aansluiten. Deze IC's worden "Tone Ringers" genoemd. In hoofdstuk 3/20.3 zijn reeds twee van deze schakelingen besproken, namelijk de SAE

0700 van Siemens en de MC 34012-X van Motorola.
In dit hoofdstuk zullen nog enige van deze IC's aan de orde komen.

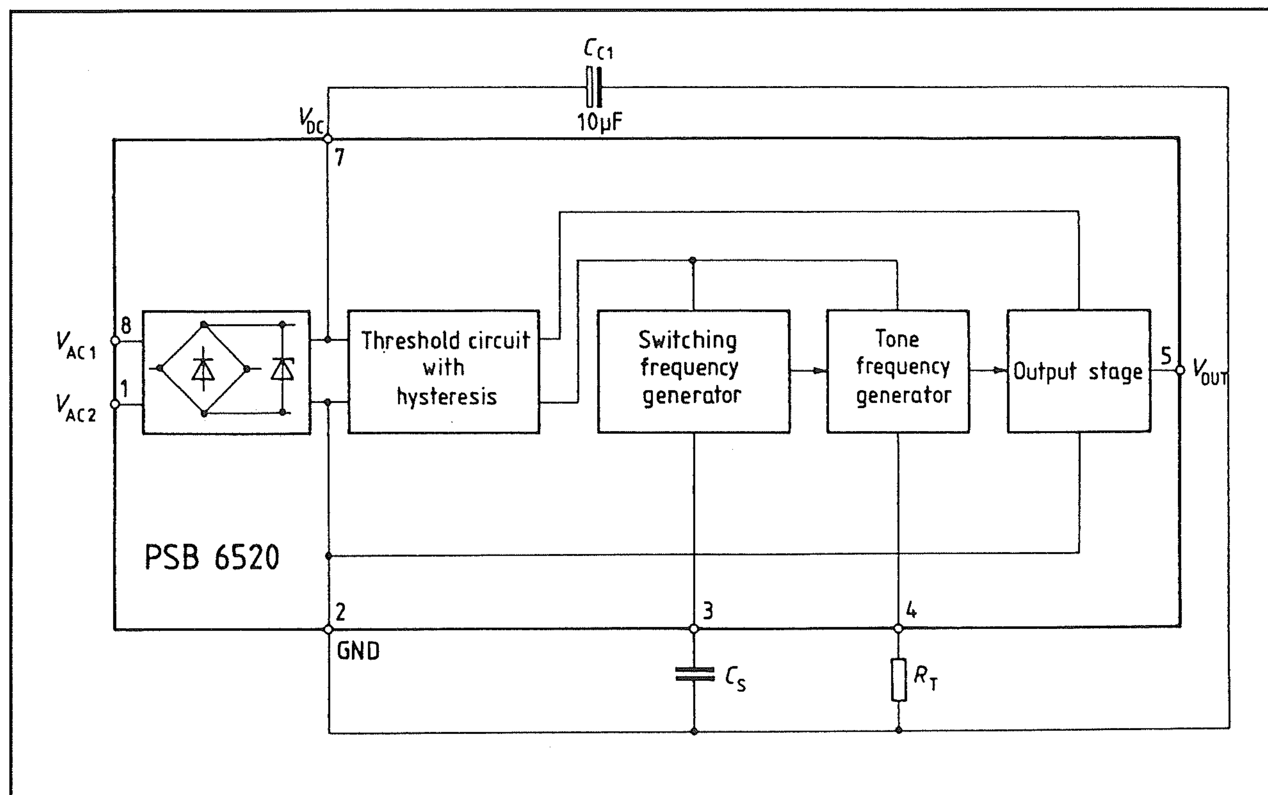
De beperkingen van de IC-oplossingen
Het grote nadeel van alle IC-schakelingen is dat zij hun voeding rechtstreeks uit het PTT-net halen. Dat betekent dat alle IC'tjes in principe bedoeld zijn voor het aansturen van kleine piëzo-zoemertjes. Wie een tweede bel op de lijn wil zetten omdat hij of zij de in de telefoon aanwezige zoemer niet luid genoeg vindt klinken, heeft dus niet zo erg veel aan deze IC's. Wel zou men kunnen overwegen om in iedere kamer zo'n klein schakelingetje aan te brengen. Maar dan moet men natuurlijk wél de PTT-kabel door het hele huis ter beschikking hebben.

De discrete oplossing
Wie een luid klinkende telefoonbel of -zoemer wil ontwerpen zal andere wegen moeten bewandelen. Men moet dan gebruik maken van een extra voeding, die voldoende vermogen levert voor het aansturen van de extra bel of zoemer. Maar dat heeft uiteraard als consequentie dat men de schakeling niet meer rechtstreeks over de aders van het PTT-net mag zetten! Men moet dan gebruik maken van een geïsoleerde schakeling, die de belpulsen op de lijn detecteert en daarmee een extra bel stuurt. Deze schakelingen worden behandeld in een van de volgende onderdelen van dit hoofdstuk.

De PSB 6520 van Siemens
De PSB 6520 is een 8-pens "Tone Ringer". De schakeling wordt op de gebruikelijke manier via een condensator tussen de aders van het PTT-net aangesloten en kan rechtstreeks een piëzo-ceramische transducer of via een trafootje een klein luidsprekertje aansturen.
Het interne blokschema van de schakeling is getekend in figuur 3/20.5-1.

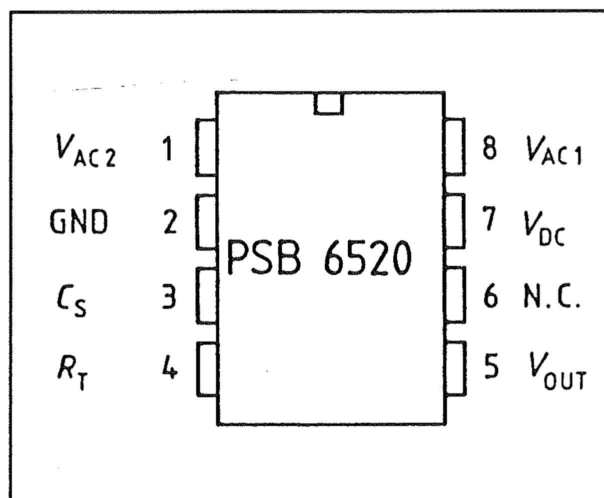
De schakeling bestaat uit vier blokken. Het belsignaal wordt eerst door een bruggelijkrichter gelijkgericht en door middel van een interne zenerdiode begrensd op maximaal 28 V. Tussen de pennen 2 en 7 moet een afvlakcondensator worden geschakeld, die zorgt voor een mooie voedingsspanning voor de rest van het IC. Uit deze afgevlakte spanning wordt het "Threshold circuit with hysteresis" gestuurd. Deze schakeling maakt onderscheid tussen de grote belspanning en al het overige verkeer op de PTT-lijn. De schakeling wordt geactiveerd bij een spanning van ongeveer 13 V. Deze comparator stuurt dan de drie overige blokken van het IC aan. Hart van de schakeling is de "Tone frequency generator" die het signaal opwekt voor de uitgangstrap. Deze oscillator wordt echter gestuurd uit de "Switching frequency generator". Deze schakeling zorgt voor het dubbele toonsysteem. De onderlinge verhouding tussen de twee frequenties is vastgelegd op 1/1,38. De snelheid waarmee het IC omschakelt van de ene naar de andere frequentie is alleen afhankelijk van de waarde van de condensator C_s en wel volgens de uitdrukking:
$f_s = 750 / C_s$
waarin de waarde van de condensator in nF wordt ingevuld. De basisfrequentie van de toongenerator wordt bepaald door de waarde van de weerstand R_t en wel volgens de uitdrukking:
$f_t = 27.200 / R_t$
waarin de waarde van de weerstand in kΩ wordt ingevuld.
De maximale frequentie die de oscillator kan genereren bedraagt 15 kHz.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-1: Het interne blokschema van de PSB 6520 van Siemens.

De uitgangstrap kan een maximaal vermogen afleveren van 65 mW en doet dit als de trap belast wordt met een impedantie van 1 kΩ.

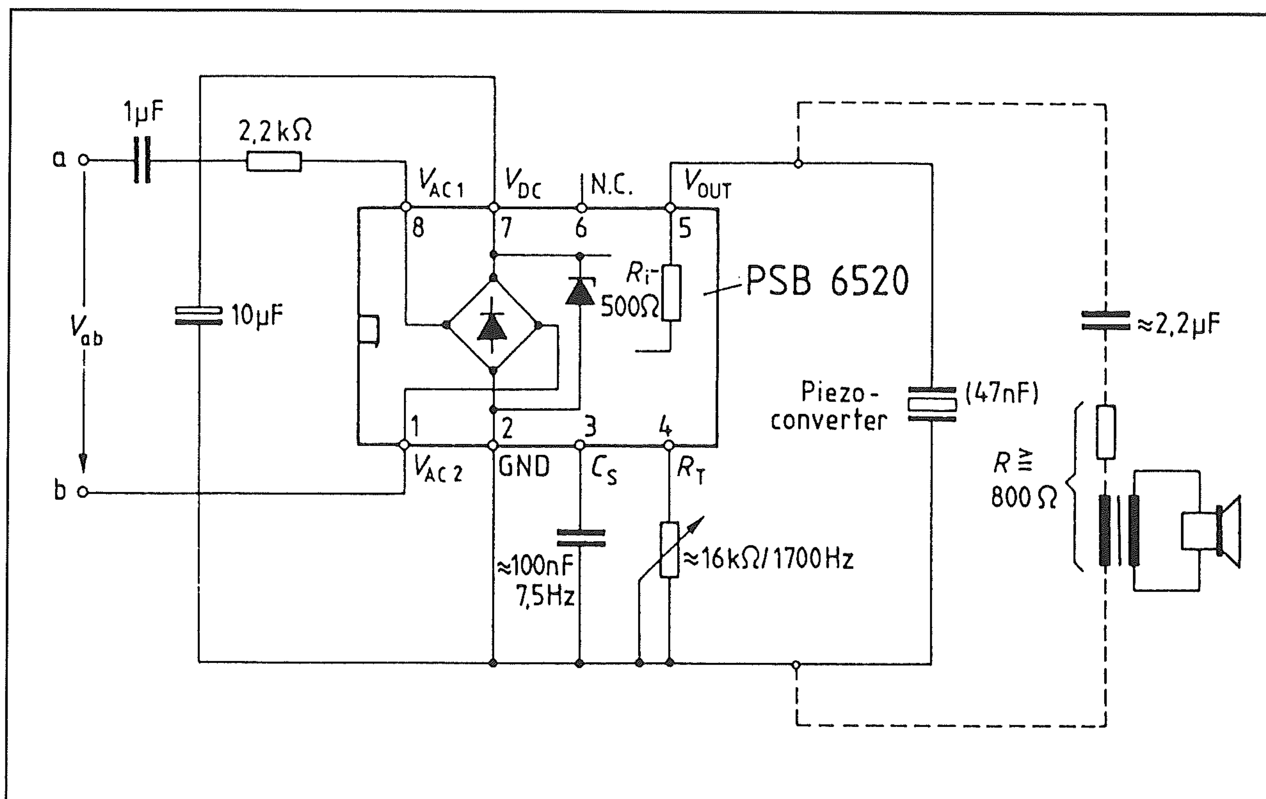


Figuur 3/20.5-2: De aansluitgegevens van de PSB 6520.

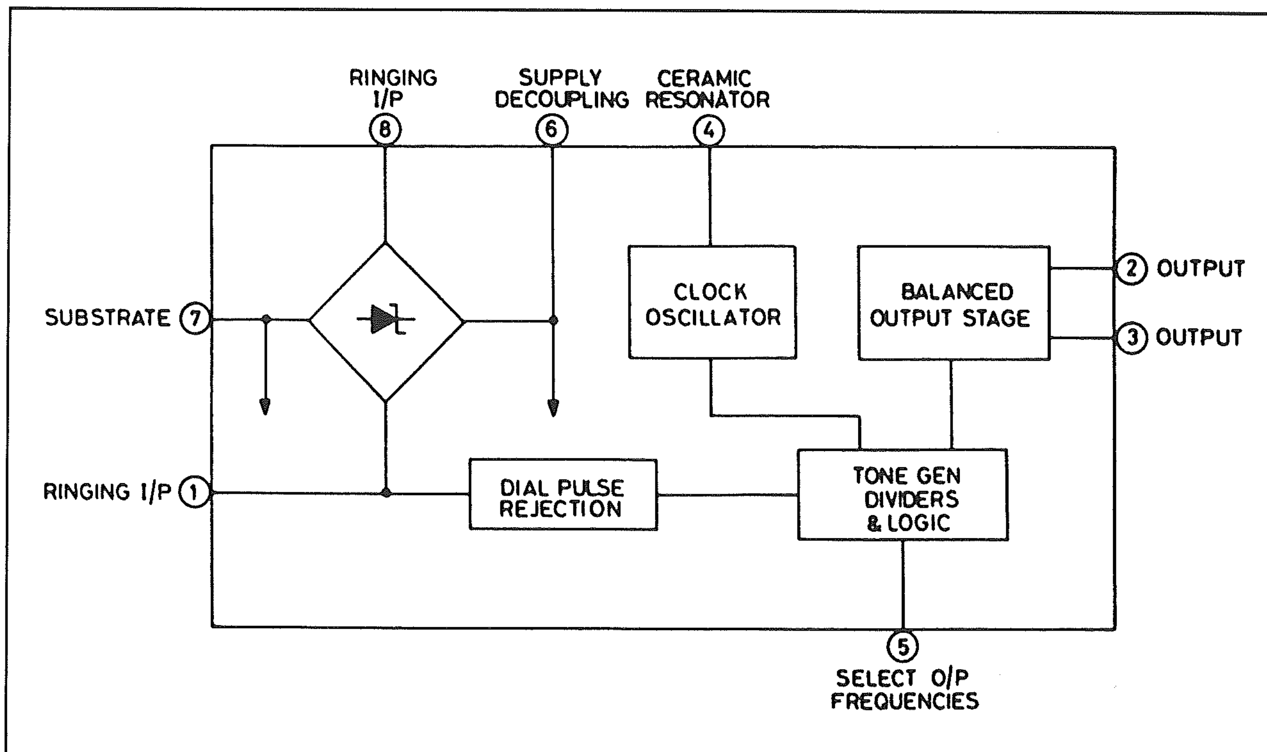
De aansluitgegevens van de PSB 6520 zijn samengevat in figuur 3/20.5-2.

Een praktisch bruikbare schakeling rond dit Siemens-IC is getekend in figuur 3/20.5-3. De condensator van 1 µF aan de ingang moet een doorslagspanning van 250 V hebben.
De serieweerstand van 2,2 kΩ mag in geen geval verwijderd worden. Deze staat namelijk in serie met de interne zenerdiode en zonder deze weerstand zou deze zener kunnen sneuvelen.
In de figuur zijn twee uitgangsconfiguraties opgenomen. De eerste is het rechtstreeks tussen de pennen 4 en 5 opnemen van een piëzoceramische resonator. De tweede optie is gebruik te maken van een luidsprekertje. De eindtrap is echter niet in staat de lage impedantie van een dergelijk onderdeel rechtstreeks aan te sturen.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-3: Een praktisch bruikbare schakeling rond de PSB 6520.



Figuur 3/20.5-4: Het interne blokschema van de ZN 488 E van Plessey.

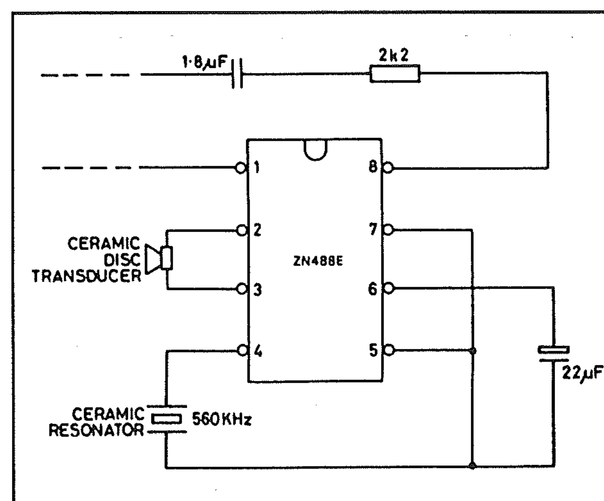
20.5 Ideeën voor zelfbouw

Men moet dus gebruik maken van een scheidingstrafootje, waarvan de primaire impedantie groter moet zijn dan 800 Ω. De secundaire impedantie hangt uiteraard af van de impedantie van de luidspreker.

Men kan de schakeling testen door een gelijkspanning van ***maximaal*** 25 V tussen de pennen 2 en 7 aan te sluiten. Door het verdraaien van de loper van de instelpotentiometer R_t kan men de frequentie van het IC instellen op de resonantiefrequentie van de piëzo-ceramische transducer of de luidspreker. Op deze manier kan men een aanzienlijke volume-winst krijgen! Luidsprekers en resonatoren wekken per definitie op hun resonantiefrequentie het meeste geluid op.

De ZN 488 E van Plessey
Een iets luxueuzer IC wordt geleverd door Plessey onder de codering ZN 488 E.
Het interne blokschema, getekend in figuur 3/20.5-4, wijkt in principe niet af van de Siemens-schakeling.

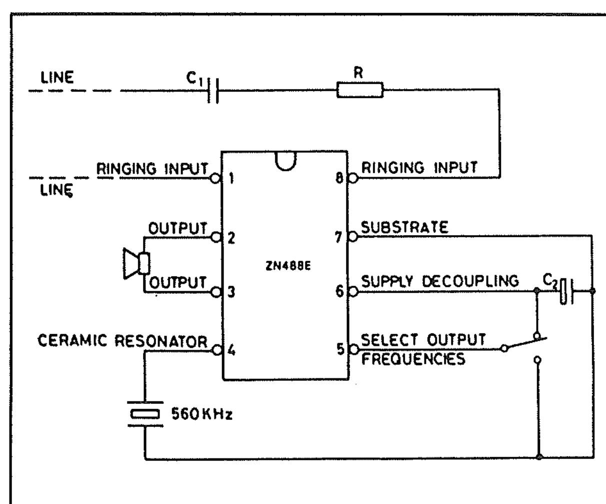
Men herkent de bruggelijkrichter, de comparator "Dial Pulse Rejection", de primaire en secundaire oscillatoren en de uitgangstrap. Het grote verschil is dat de primaire frequentie bij deze schakeling wordt bepaald door een ceramische resonator en dat men door middel van een schakelaartje de toonhoogtes kan omschakelen.
Als referentie wordt een standaard ceramische resonator met een frequentie van 560 kHz gebruikt.
Deze frequentie wordt in interne frequentiedelers teruggebracht tot het hoorbare gebied. Pen 5 wordt gebruikt om de deelfactoren van de delers in te stellen. In de eerste stand van de schakelaar wekt het IC frequenties op van 1,000 en 1,250 kHz. In de tweede stand worden deze frequenties verhoogd tot respectievelijk 1,167 en 1,333 kHz.
Het omschakelen tussen beide frequenties gebeurt met 9,8 Hz.
Een tweede belangrijke eigenschap van de ZN 488 E is dat de schakeling is uitgerust met een digitaal banddoorlaatfilter. Dit filter selecteert een frequentieband tussen 17 en 66 Hz, de frequentieband waarin internationaal de belpulsen liggen. Op deze manier wordt voorkomen dat de kiespulsen, met een frequentie tussen 10 en 12 Hz, de schakeling kunnen triggeren.
Een derde ongewone eigenschap van de ZN 488 E is dat de uitgangstrap een volledig gebalanceerde structuur heeft. Men zou deze trap kunnen vergelijken met een brugversterker. Groot voordeel van deze techniek is dat er onbelast tussen de pennen 2 en 3 een spanning van maar liefst 50 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ ter beschikking staat voor de geluidsweergever. Deze bruguitgang garandeert een zeer groot acoustisch rendement.



Figuur 3/20.5-5: De meest eenvoudige schakeling rond de ZN 488 E.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

In figuur 3/20.5-5 is de meest eenvoudige applicatie van deze "Tone Ringer" getekend. De pennen 1 en 8 worden op de gebruikelijke manier via een condensator en een serie-weerstand op de PTT-lijn aangesloten. De ceramische resonator wordt rechtstreeks verbonden met de uitgangen 2 en 3 van de brugversterker. Pen 7 is het substraat van de chip en het gemeenschappelijke punt voor alle componenten. Tussen dit substraat en pen 6 wordt de afvlakcondensator aangesloten. De ceramische resonator van 560 kHz gaat van het substraat naar pen 4. Pen 5 ligt rechtstreeks aan het substraat.



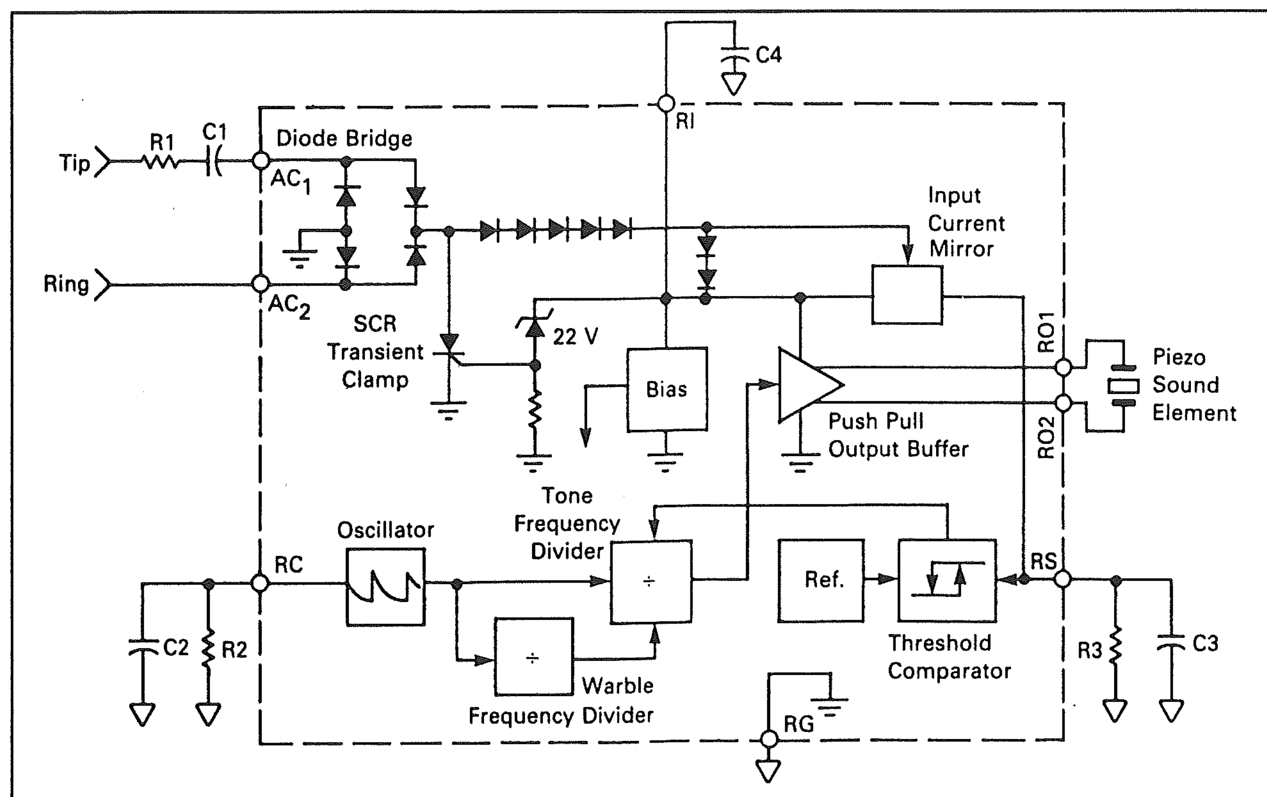
Figuur 3/20.5-6: Het uitgebreidere schema rond de ZN 488 E met frequentie-omschakeling.

In figuur 3/20.5-6 is het schema getekend als men de frequentie omschakelbaar wil maken. Pen 5 wordt ofwel met het substraat (pen 7) ofwel met de voedingsspanning (pen 6) verbonden.
De belasting tussen de pennen 2 en 3 moet een minimale impedantie hebben van 3 kΩ. Werkt men met zeer gevoelige piëzo-ceramische transducers die in de brugschakeling te veel geluid leveren, dan kan men dit onderdeel ook voeden tussen een van de pennen 2 en 3 en het substraat op pen 7. De beschikbare stuurspanning wordt dan gehalveerd, met als logisch gevolg dat het maximale vermogen met een factor vier gereduceerd wordt.

De MC 34017 van Motorola
Zoals uit het interne blokschema van figuur 3/20.5-7 blijkt, zit dit Motorola-IC nogal ingewikkeld in elkaar. Na de onvermijdelijke bruggelijkrichter volgt een vrij uitgebreid netwerk, dat moet voorkomen dat de schakeling op iets anders dan de echte belpulsen aanspreekt. De ingebouwde comparator wordt gestuurd vanuit een stroomspiegel. Deze wekt een stroom op waarvan de grootte recht evenredig is met de gelijkgerichte lijnspanning. Deze stroom wekt over de externe weerstand R3 een spanning op, die door de comparator wordt vergeleken met een interne referentiespanning. Als de spanning over de weerstand R3 groter wordt dan de interne referentiespanning, beschouwt het IC het ontvangen signaal als een belpuls en schakelt zichzelf in de actieve stand.

De interne referentiespanning wordt afgeleid van een bandgap-diode en bedraagt bijgevolg 1,2 V. Dat is dus ook de waarde van de spanning over R3 waarop het IC aanspreekt. Een belangrijk onderdeel is de condensator C3, parallel aan de drempelweerstand R3. Korte stoorpulsen op de lijn hebben wel een stroom door R3 tot gevolg. Maar deze stroompieken zijn niet in staat de condensator tot de drempelwaarde van 1,2 V op te laden. Dat gebeurt echter wél als de veel langer durende belpulsen ontvangen worden.
De MC 34017 heeft een uitgebreide interne beveiligingsschakeling. Deze werkt als volgt.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-7: Het interne blokschema van de MC34017.

De zenerdiode van 22 V moet de schakelingen van het IC beschermen tegen transiënten op de PTT-lijn.
Maar in extreme gevallen zou het natuurlijk kunnen gebeuren dat deze diode stuk gaat door een zeer hoge piek op de lijn. Om dit te voorkomen is een thyristor aanwezig. De gate wordt gestuurd door de spanning die valt over een weerstand die in serie met de zenerdiode van 22 V is opgenomen. Als er een erg grote spanningstransiënt op de PTT-lijn staat zal er een grote stroom door de zenerdiode en de serieweerstand gaan vloeien. Het gevolg is dat de gate van de thyristor gestuurd wordt en de thyristor ontsteekt. Deze sluit onmiddellijk de uitgang van de bruggelijkrichter kort, waardoor de transiënt geen schade in het IC kan aanrichten.

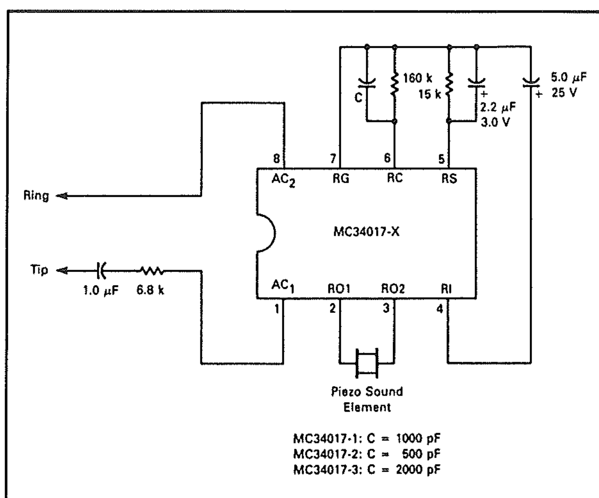
De frequentie van de oscillator wordt bepaald door de onderdelen C2 en R2. De HF-uitgang van de oscillator gaat naar een aantal delers, die zowel de twee toonfrequenties als de omschakelfrequentie vast leggen. Nadien gaat het audio-signaal naar een uitgangsbuffer waarin ook gebruik wordt gemaakt van een soort balanstrap. Het gevolg is dat deze uitgang een onbelaste spanning van 40 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ levert en dat men deze uitgang kan belasten met 20 mA.

Wat betreft de frequenties kan opgemerkt worden dat Motorola drie uitvoeringen van deze chip levert:

- MC34017-1:
  Levert bij een oscillatorfrequentie van 4 kHz toontjes van 800 en 1.000 Hz met een omschakelfrequentie van 12,5 Hz.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

- MC34017-2:
  Levert bij een oscillatorfrequentie van 8 kHz toontjes van 1,6 en 2,0 kHz met een omschakelfrequentie van 12,5 Hz.
- MC34017-3:
  Levert bij een oscillatorfrequentie van 2 kHz toontjes van 400 en 500 Hz met een omschakelfrequentie van 12,5 Hz.

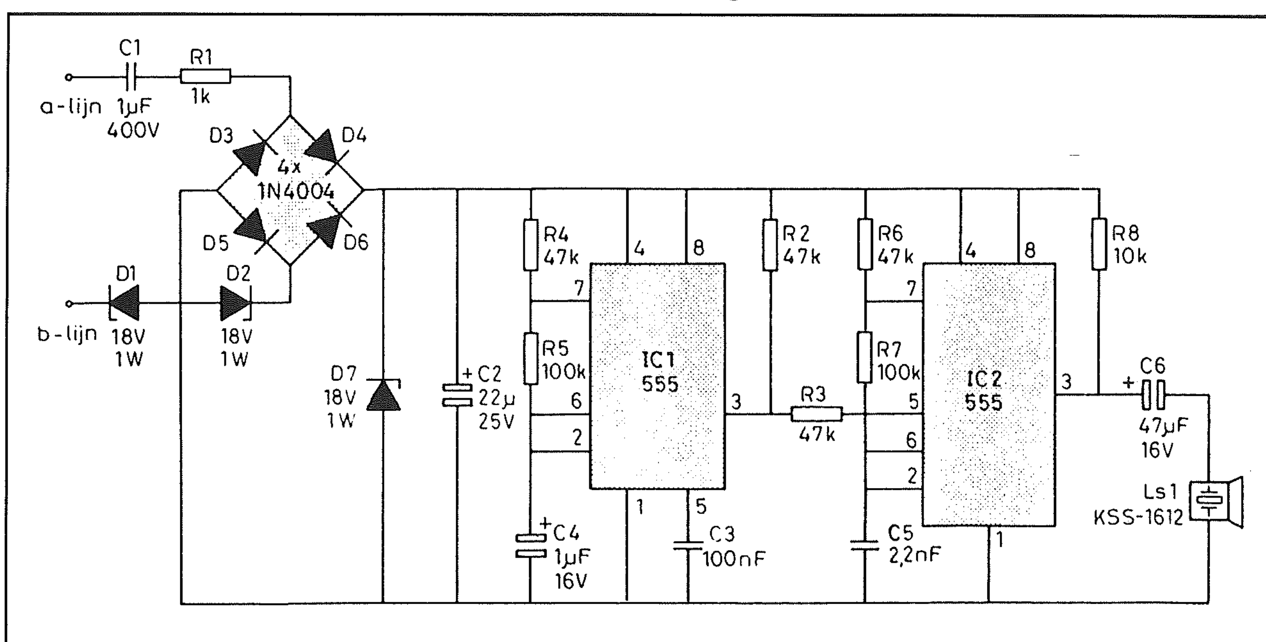


Figuur 3/20.5-8: Een praktisch schema rond de Motorola-IC's van de MC 34017 familie.

In figuur 3/20.5-8 is een praktisch bruikbare schakeling rond de drie Motorola "Tone Ringers" getekend.

Een discreet alternatief

De speciale "Tone Ringers" zijn uiteraard ideale IC's voor het snel en eenvoudig bouwen van losse telefoonzoemers. Maar het zijn zeer zeker geen standaard-IC's en dus zou het met de verkrijgbaarheid wel eens tegen kunnen zitten.
Maar men kan uiteraard ook met standaard onderdelen een dergelijke schakeling nabouwen.
Ter illustratie is in figuur 3/20.5-9 het schema opgenomen van een "Tone Ringer" met twee timers van het type 555.
Men herkent de bruggelijkrichter en de zenerdiode die de voedingsspanning van de schakeling stabiliseert op 18 V. De functie van storingonderdrukker wordt hier vervuld door twee anti-serie geschakelde zenerdioden in de ingangskring. Over deze twee onderdelen valt een spanning van 18,6 V.



Figuur 3/20.5-9: Een discreet opgebouwde "Tone Ringer".

20.5 Ideeën voor zelfbouw

De spanning over de twee aders van de PTT-lijn moet dus minstens gelijk zijn aan deze waarde alvorens er iets doordringt tot na de gelijkrichter. De voedingsspanning wordt afgevlakt met de elco C2. Het toonvormende gedeelte bestaat uit twee 555-schakelingen, geschakeld als astabiele multivibrator. De eerste wekt een blokspanning op pen 3 op met een frequentie van ongeveer 5 Hz. De waarde van deze frequentie is afhankelijk van de condensator C1. De tweede timer wekt een blokspanning op met een frequentie die wisselt tussen 1,8 en 2,2 kHz. Deze waarden zijn afhankelijk van de condensator C5 en de weerstand R3.

De werking van de schakeling is eenvoudig. De modulatie-ingang van de tweede timer (pen 5) wordt gestuurd uit de uitgang van de eerste timer. Door de weerstand R3 vloeit dus een stroom als de uitgang van de eerste timer "H" is. Deze stroom bepaalt mede de frequentie van de tweede schakeling. Vandaar dat de waarde van deze weerstand een rol speelt bij het bepalen van de uitgangsfrequenties. Hoe kleiner deze weerstand, hoe groter het frequentieverschil tussen de beide toontjes zal zijn.
De uitgang van de tweede timer wordt via een scheidingscondensator aangesloten op een piëzo-ceramisch zoemertje.

Aansluiten van twee apparaten

Inleiding

Tegenwoordig hebben de meeste mensen twee telefoons in huis. Naast het officiële PTT-toestel staat in slaap-, werk- of hobbykamer een goedkoop "Japans" tweedraads apparaatje. In de meeste gevallen schakelt men die tweede telefoon gewoon parallel op de a- en b-aders van de PTT-lijn. Dat werkt uitstekend, maar deze oplossing heeft toch een aantal nadelen. Zo gaat de bel van de ene telefoon meerinkelen als men op het tweede apparaat een nummer kiest. Bovendien kan met de tweede telefoon altijd meegeluisterd worden, hetgeen soms wel handig is, maar vaak ook erg vervelend.

De PTT heeft daarom speciale relaiskasten in de aanbieding, waarop aan de ene kant de a- en b-aders van het net worden aangesloten en aan de nadere kant twee aansluitingen zijn voor de twee telefoons. Deze relaiskasten zorgen ervoor dat de genoemde nadelen niet optreden. In de meeste dumpzaken kan men voor een prikje dergelijke oude relaiskasten kopen. Maar er bestaan tegenwoordig natuurlijk ook zuiver elektronische oplossingen voor dit probleem. Dergelijke schakelingen noemt men "telefoon splitsers".

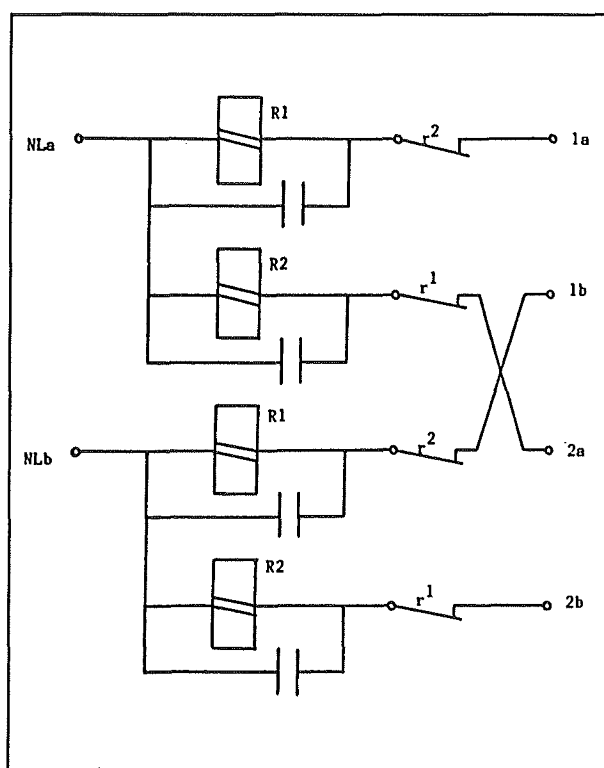
De relaiskast van de PTT

De relaiskast van de PTT is geniaal van eenvoud. Het schema is getekend in figuur 3/20.5-10 en bestaat uit niets meer dan twee relais en vier condensatoren!

Maar met die twee relais is iets vreemds aan de hand. Zij hebben twee wikkelingen! Ieder relais heeft een wikkeling zowel in serie met de a- als in serie met de b-ader. De vier contacten zijn in rust getekend. Beide telefoons (1a-1b) en (2a-2b) zijn met het PTT-net verbonden. Als de belsignalen op de lijn verschijnen zullen beide telefoons gaan rinkelen. De grote wisselspanningen gaan immers vrij onverzwakt door de grote condensatoren die over de

20.5 Ideeën voor zelfbouw

relaisspoelen staan. Als men nu bijvoorbeeld telefoon 1 van de haak neemt zal de lijnstroom gaan vloeien. Deze gelijkstroom vloeit door de relaisspoelen R1, met als gevolg dat dit relais aantrekt en de schakelaars r1 openen. De tweede telefoon wordt nu losgekoppeld van het net, zodat het absoluut onmogelijk is dat er wordt afgeluisterd. Op precies dezelfde manier schakelt relais R2 in als de tweede telefoon van de haak wordt genomen. De zich openende contacten van dit relais schakelen dan toestel 1 van de lijn.

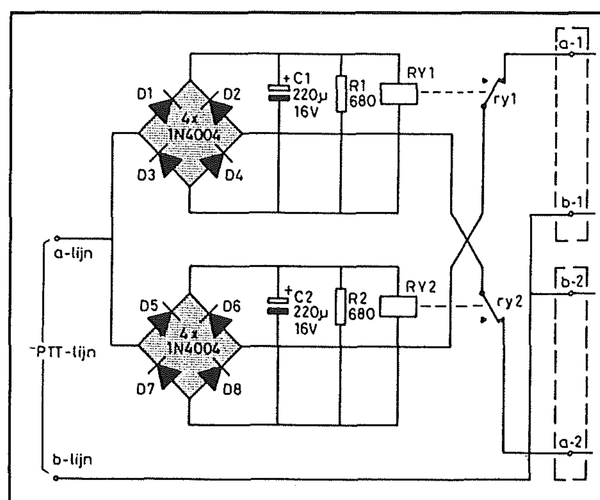


Figuur 3/20.5-10: De officiële relais-schakeling van de PTT.

oplossingen, waarbij de functie van de relaiscontacten wordt vervuld door thyristoren. Maar er zijn ook half-elektronische oplossingen, waarbij nog steeds relais worden gebruikt die door de elektronica in- en uitgeschakeld worden. In het algemeen kan men stellen dat de schakelingen met relais betrouwbaarder zijn en onder alle denkbare lijn-omstandigheden werken, iets dat niet van alle thyristorschakelingen gezegd kan worden! In de volgende paragraafjes worden enige voorbeelden gegeven.

Schakeling met relais

In figuur 3/20.5-11 is een schakeling getekend waarbij de schakelfuncties worden vervuld door twee kleine relais.
Deze moeten een spoelweerstand van ongeveer 700 Ω hebben en een aanspreekspanning van ongeveer 7 V.



Figuur 3/20.5-11: Een telefoon splitser met twee relais.

Elektronische alternatieven

Uiteraard heeft men elektronische alternatieven verzonnen, waardoor het gebruik van de dure speciale relais en de even dure grote condensatoren vermeden wordt. Er zijn volledig elektronische

De contacten van de relais staan in de ruststand getekend. De twee b-aansluitingen van de telefoons gaan rechtstreeks naar de b-ader van het PTT-net. De a-aansluitingen van de toestellen gaan via de

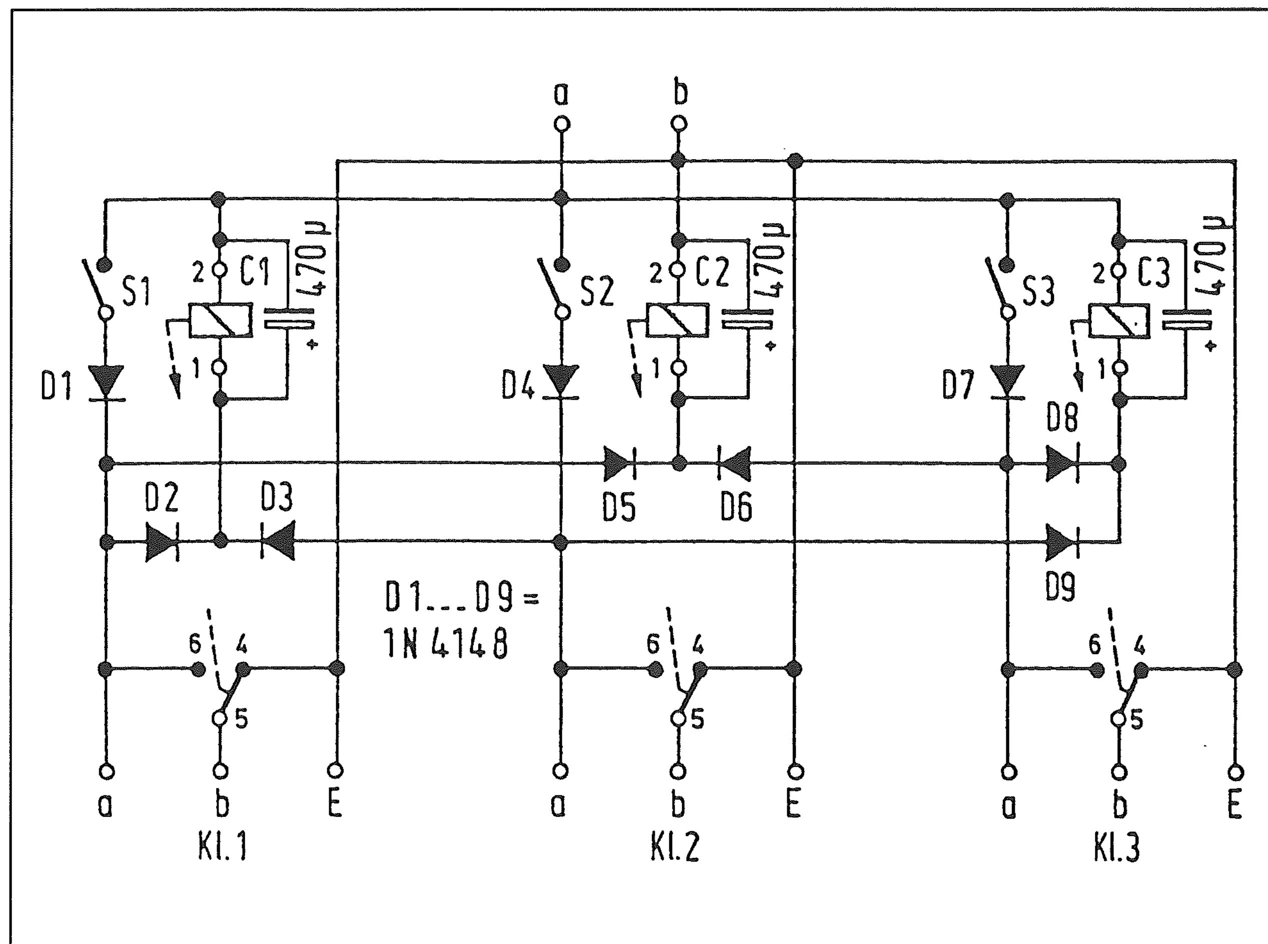
gesloten relaiscontacten en de bruggelijkrichters naar de a-ader van het PTT-net.
Als de belsignalen op de lijn worden gezet zullen deze wisselspanningssignalen via de geleidende dioden van de bruggelijkrichters en de condensatoren C1 en C2 naar de telefoons gaan. Beide apparaten gaan dus rinkelen dan wel zoemen.
Neemt men nu bijvoorbeeld de hoorn van apparaat 1 van de haak, dan zal dit toestel een gelijkstroom gaan trekken. Deze gelijkstroom vloeit van de a-ader van het PTT-net via twee dioden van de onderste brug door de spoel van het relais Ry2. Dit relais komt op en schakelt zijn contact ry2 om. Het gevolg is dat telefoon 2 wordt uitgeschakeld.
Op dezelfde manier kan men uiteraard aantonen dat het opnemen van de hoorn van telefoon 2 tot gevolg heeft dat telefoon 1 via het relais Ry1 wordt uitgeschakeld.
Met deze schakeling kan men het gesprek vrij moeizaam overzetten van de ene op de andere telefoon. De bedoeling is dat de hoorn van het uitgeschakelde apparaat eerst wordt opgenomen en dat men nadien de hoorn van de actieve telefoon weer op de haak legt. Op dat moment zal het ene relais uitschakelen en het andere relais inschakelen, waardoor de twee contacten omschakelen en de tweede telefoon actief wordt.
Ondanks deze beperking is deze schakeling zeer betrouwbaar en werkt altijd, wat ook de polariteit van de spanning tussen de a- en b-aders van het PTT-net is.

Relais-schakeling voor drie telefoons
De beschreven schakeling heeft als nadeel dat men er slechts twee toestellen op kan aansluiten. In figuur 3/20.5-12 wordt een schemaatje uit Funkschau getekend, waarmee men drie telefoons op het net kan zetten. Bovendien kan men met deze schakeling veel confortabeler het gesprek van de ene naar de andere telefoon omzetten.

De schakeling werkt alleen met apparaten die voorzien zijn van een zogenaamde "aardingstoets". Alle oude PTT-telefoons zijn voorzien van een dergelijk klein wit drukknopje naast de kiesschijf, die met de E-aansluiting op het klemmenbordje verbonden is.
Die aardingstoets wordt gebruikt om een inkomend gesprek om te leiden naar een van de twee overige telefoons. Als men bijvoorbeeld een gesprek in de woonkamer aanneemt en men wil de verbinding omschakelen naar een ander apparaat, dan drukt men op de aardingstoets van de telefoon die het gesprek moet overnemen. Dat lijkt onhandig, maar in de praktijk is dat niet het geval. Stel dat men bijvoorbeeld bepaalde gegevens nodig heeft die niet in de woonkamer liggen, maar in de werkkamer. Men legt dan de hoorn van de telefoon in de woonkamer naast het apparaat, gaat naar de werkkamer, neemt daar de hoorn op en drukt op de aardingstoets. Het gesprek wordt nu overgenomen door de telefoon in de werkkamer. De telefoon in de woonkamer wordt daardoor van de lijn afgeschakeld, zodat het niet mogelijk is het gesprek af te luisteren. Natuurlijk mag men na afloop van het gesprek niet vergeten de hoorn van de telefoon in de woonkamer weer op de haak te leggen!

De schakeling zal de bellen van alle telefoons laten rinkelen als de belpulsen op de lijn worden gezet. Wil men echter dat bepaalde telefoons niet mee gaan rinkelen, dan volstaat het de betreffende schakelaars S1 tot en met S3 te openen.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-12: Een relais-schakeling waarop men drie telefoons kan aansluiten.

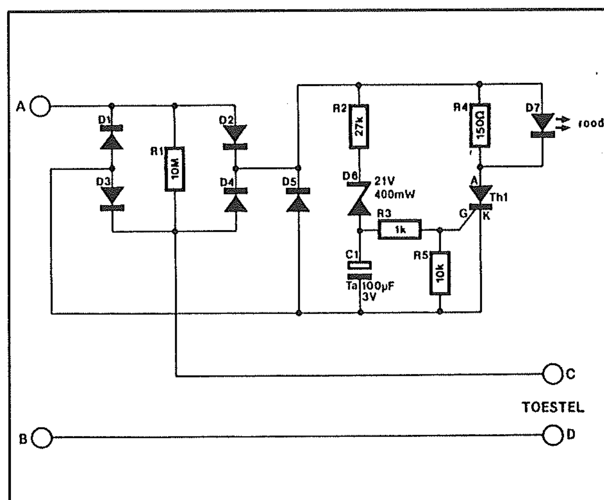
Hart van de schakeling zijn drie monostabiele relais van Siemens van het type V23040-A001-B201. Deze hebben een spoelweerstand van 300 Ω en een schakelspanning van 5 V. De spoelen van deze relais zitten in de stroomlus van de telefoons. In het schema zijn de relaiscontacten in de ruststand getekend.

Stel dat men wordt opgebeld. De centrale zet dan de belpulsen op de lijn. De stroomloop voor bijvoorbeeld telefoon 2 is dan als volgt. Voor de positieve halve periode van het belsignaal van ader b van de PTT-lijn door het relaiscontact naar aansluiting b van de telefoon. Via de bel in dat apparaat terug naar aansluiting a van de telefoon en dan via de geleidende dioden D9 en D3 naar de onderste aansluitingen van de spoelen van de relais R1 en R3. Door de spoelen van de relais terug naar aansluiting a van de PTT-lijn. Als de polariteit van het belsignaal wisselt zal de stroomkring gesloten worden via de dioden D1, D4 en D7.
De bel in telefoon 2 wordt dus door een wisselstroom doorlopen en wordt geactiveerd. Hetzelfde geldt voor de twee overige apparaten, in de veronderstelling dat de schakelaars S gesloten zijn.

Neemt men een van de hoorn op, bijvoorbeeld van de tweede telefoon, dat gaat de lijnstroom door de keten vloeien. De dio-

den in de schakeling zorgen ervoor dat deze stroom alleen maar door de relaisspoelen van de twee overige telefoons kan afvloeien. Deze relais spreken aan, de contacten sluiten de a- en b-draden van de twee overige telefoons kort. Deze apparaten zijn dus niet meer in het systeem aanwezig, zodat het gesprek op de lijn niet kan afgeluisterd worden.

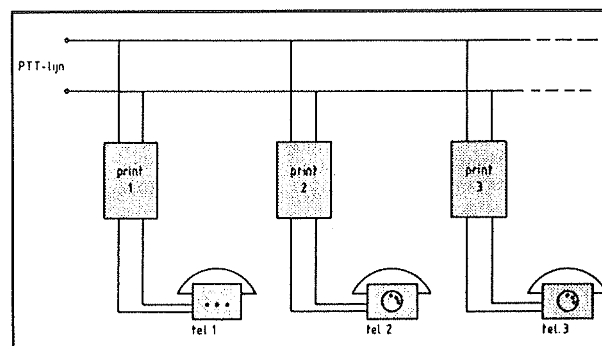
Drukt men echter op de aardingsknop van een van deze apparaten, dan wordt de stroomkring van deze telefoon gesloten. Het gevolg is dat de stroom die door deze actie gaat vloeien de telefoon die in gebruik was uitschakelt. Het gesprek wordt dus overgezet op de telefoon waarvan men de aardingsknop heeft ingedrukt.



Figuur 3/20.5-13: Een thyristor-schakeling, die opgenomen moet worden tussen het net en ieder toestel.

Een schakeling met een thyristor
In figuur 3/20.5-13 is een schakeling getekend, waarbij het in- en uitschakelen van de telefoon in handen wordt gelegd van een thyristor.

Het is de bedoeling dat deze schakeling wordt opgenomen tussen het PTT-net en de telefoon. Heeft men drie telefoons in huis, dan moet men drie identieke schakelingen bouwen en deze tussen het net en de diverse apparaten schakelen. Er ontstaat dus blokschematisch de situatie die in figuur 3/20.5-14 getekend is.



Figuur 3/20.5-14: De besproken schakeling moet zo vaak gebouwd worden als er telefoons op de PTT-lijn zijn aangesloten.

De werking van de schakeling is als volgt. Zolang de hoorn op de haak ligt staat er tussen de punten C en D een oneindig hoge gelijkstroomweerstand. Tussen de punten A en B staat de lijnspanning, maar er kan geen gelijkstroom door de schakeling vloeien en de thyristor is gesperd. Zet de centrale de belpulsen op het net, dan gaat er een gelijkstroom door de schakeling vloeien. De wisselspanning wordt namelijk door de bruggelijkrichter gelijkgericht en laadt de condensator C1 op. Deze zorgt ervoor dat de thyristor wordt ontstoken. De bel in de telefoon gaat dus rinkelen. Neemt men nu de hoorn van de haak, dan zal er tussen de punten C en D een relatief lage weerstand ontstaan. De telefoon trekt een gelijkstroom uit de PTT-lijn. Deze stroom is groter dan de houdstroom van de thyristor. Deze blijft dus geleiden, waardoor de verbinding tussen het PTT-net en de telefoon in stand blijft.

Maar door het vloeien van de lijnstroom daalt de lijnspanning tot ongeveer 15 V. Deze spanning is te laag om door de zenerdiode D6 van de andere schakelingen te dringen. De thyristoren van deze schakelingen kunnen dus niet ontsteken, met als gevolg dat alle overige op de PTT-lijn aangesloten telefoons uitgeschakeld zijn. Zelfs als men de hoorn van de haak neemt zal er geen stroom vloeien omdat de thyristor gesperd blijft. Men kan dus besluiten dat deze schakelingen er voor zorgen dat alleen de telefoon waarvan de hoorn het eerst van de haak wordt genomen op de PTT-lijn wordt geschakeld en dat alle overige toestellen stroomloos blijven.

De LED D7 gaat branden als de op de schakeling aangesloten telefoon actief is. Dat is een handige voorziening als men alle schakelingen op een centrale plaats opstelt en vandaar uit de bedrading naar de verschillende telefoons aanlegt. Men kan dan steeds zien welke telefoon op een bepaald moment in gesprek is.
Het zal duidelijk zijn dat het niet noodzakelijk is een groot-vermogen thyristor in deze schakeling te gebruiken.
Een exemplaar met een maximale stroom van 100 mA is meer dan voldoende.

Detecteren van de belpulsen

Inleiding

Schakelingen waarmee men het op de PTT-lijn verschijnen van de belpulsen kan detecteren zijn zeer nuttig en belangrijk. Deze schakelingen kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor het aansturen van optische indicatoren, die een lamp sturen als men wordt opgebeld. Ook is het mogelijk via een dergelijke bel-detector een luide elektrische bel aan te sturen, die bijvoorbeeld centraal staat opgesteld in een groot gebouw. Maar bel-detectoren zijn bovendien de basis van alle schakelingen die volledig automatisch de verbinding tussen centrale en telefoon tot stand moeten brengen. Hierbij valt uiteraard te denken aan automatische telefoonbeantwoorders, maar ook schakelingen die de PTT-lijn gebruiken om op afstand bepaalde verbruikers in huis in of uit te schakelen.

In de volgende paragraafjes zullen enige praktische bel-detectoren besproken worden en zullen enige eenvoudige toepassingen beschreven worden.

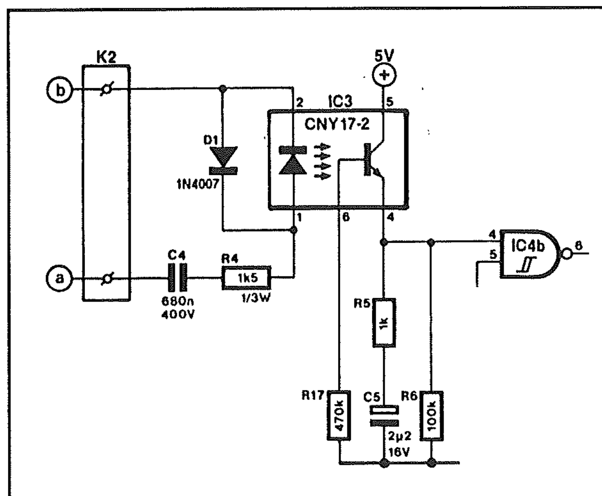
Het principe

Het principe van alle schakelingen is in wezen identiek. De grote belpulsen die door de centrale op de PTT-lijn worden gezet, worden gebruikt voor het aansturen van de LED in een optische koppelaar. Het gevolg is dat de foto-transistor in de koppelaar in geleiding wordt gestuurd. Dit verschijnsel wordt omgezet in een spanning en deze spanning kan als stuursignaal worden gebruikt voor allerhande toepassingen. De optische koppelaar garandeert de galvanische scheiding tussen het PTT-net en de toepassing. Het enige probleem bij dergelijke schakelingen is ervoor te zorgen dat de bel-detector alleen aanspreekt op de belpulsen en ongevoelig is voor allerlei stoorspanningen op het net.

Eerste voorbeeld

In figuur 3/20.5-15 is een eerste voorbeeld van een dergelijke bel-detector getekend.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



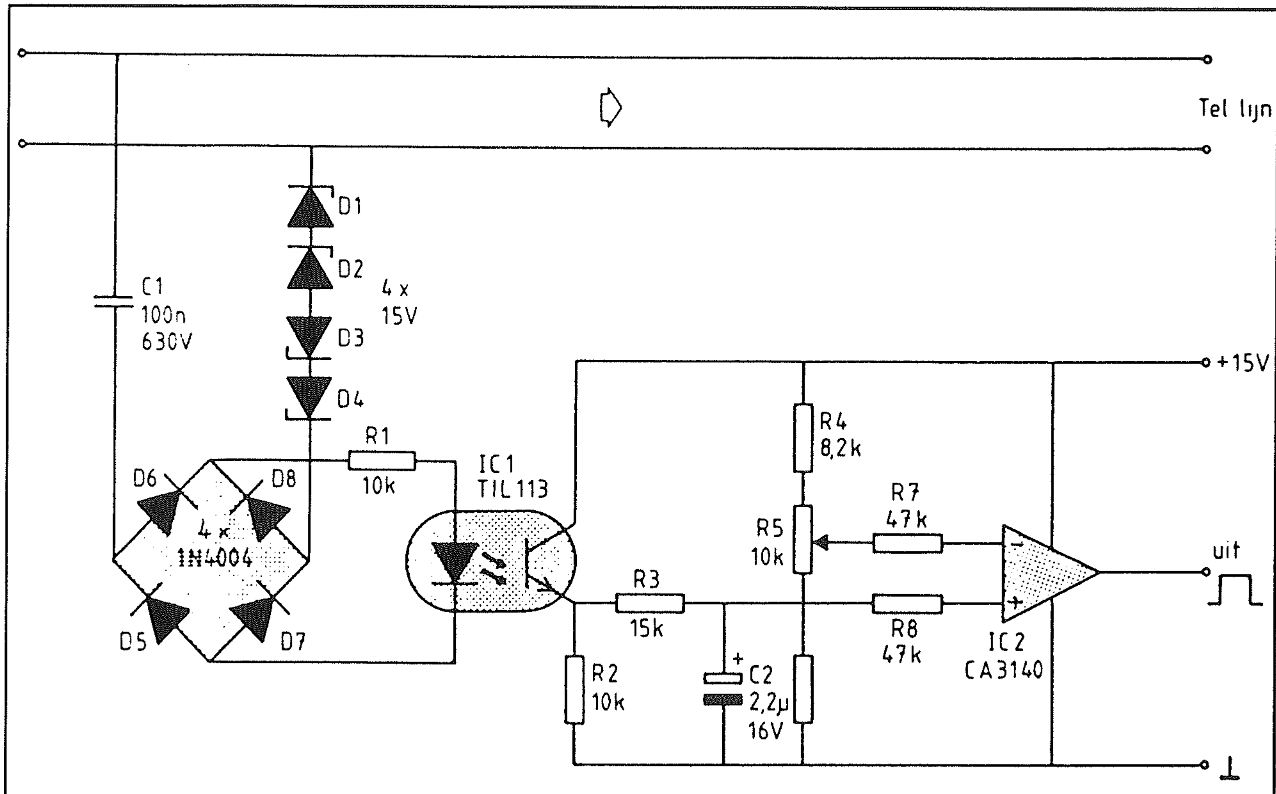
Figuur 3/20.5-15: Het eerste praktische voorbeeld van een bel-detector.

De a- en b-aders van het PTT-net zijn via een serieschakeling van een aantal onderdelen aangesloten op de LED uit de optische koppelaar CNY 17-2. De condensator C4 is uiteraard noodzakelijk om de PTT-lijn niet resistief te belasten. Deze zeer belangrijke eis moet bij alle schakelingen vervuld worden! De weerstand R4 beperkt de stroom die door de LED kan vloeien tot een veilige waarde. Over de LED staat een diode D1, die er zorgt voor draagt dat de wisselspanning van het belsignaal enkelvoudig wordt gelijkgericht. De LED zal dus alleen branden als ader a positief is ten opzichte van ader b, met als gevolg dat de schakeling op half rendement werkt.
De stroom die door de belpulsen wordt opgewekt stuurt de LED in geleiding. Dat onderdeel gaat infrarood licht uitstralen, met als gevolg dat de foto-transistor in geleiding wordt gestuurd. Vanwege de enkelvoudige gelijkrichting zal de stroom door de foto-transistor echter pulserend verlopen. Deze pulserende stroom moet vervolgens in een mooie stuurspanning worden omgezet. Vandaar dat in de emitter van de foto-transistor een elco C5 is geschakeld. Deze wordt opgeladen door de pulserende stroomstoten en zorgt voor een vrij rimpelvrije spanning op de emitter van de transistor. Dit signaal wordt vervolgens aangelegd aan de ingang van een poort uit een 74HCT132. Dat is een NAND-poort met Schmitt-trigger werking. Dit IC zorgt ervoor dat op de uitgang van de schakeling een mooie digitale puls ontstaat, die TTL-compatible is. De schakeling is laag-actief. Hetgeen wil zeggen dat er in rust een "H" op de uitgang staat en dat deze uitgang naar "L" gaat bij iedere belpuls op de PTT-lijn.

Tweede voorbeeld
In de schakeling van figuur 3/20.5-16 is wat meer aandacht besteed aan het onderdrukken van stoorpulsen. Bovendien wordt, door gebruik te maken van een bruggelijkrichter, de LED met zowel de positieve als de negatieve halve perioden van het belsignaal gestuurd.

De vier zenerdioden van 15 V in de ingang vormen een "spanningsval", waar geen enkele spanning die kleiner is dan 30 V doorheen komt. Op deze manier wordt voorkomen dat de LED gaat oplichten als er bijvoorbeeld kiespulsjes op de lijn worden gezet. De condensator C1 zorgt voor de onvermijdelijke gelijkstroomblokkade van de schakeling. De vier dioden van de bruggelijkrichter richten de belpulsen gelijk en zorgen er meteen voor dat de anode van de LED positief wordt ten opzichte van de kathode. De weerstand R1 begrenst de stroom door de LED op een veilige waarde. De foto-transistor van de optische koppelaar is, zoals gebruikelijk, als emittervolger geschakeld. Het nog steeds pulserende signaal over de emitterweerstand wordt toegevoerd aan een laagdoorlaatfiltertje, bestaande uit de weerstand R3 en de elco C2.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



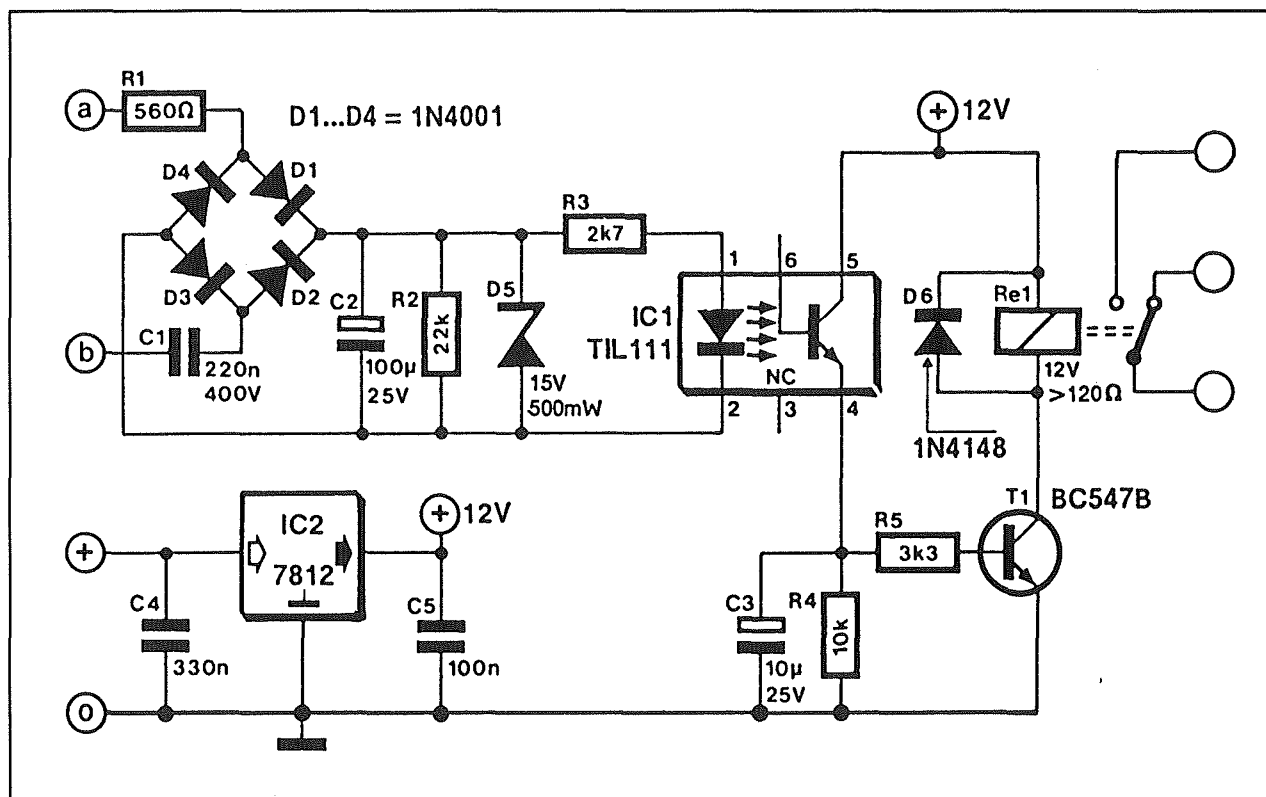
Figuur 3/20.5-16: Een alternatieve bel-detector met uitvoerige aandacht voor het onderdrukken van stoorpulsen.

Over dit laatste onderdeel ontstaat een mooie gelijkspanning van ongeveer 12 V. Op deze spanning zit echter toch nog een behoorlijke rimpel. Die wordt er op een radikale manier uitgefilterd. Het signaal over de condensator wordt namelijk in een als comparator geschakelde operationele versterker vergeleken met een instelbare referentiespanning. Deze referentiespanning gaat naar de inverterende ingang, de spanning over de condensator naar de niet-inverterende ingang. In rust is de spanning op de inverterende ingang bijgevolg het grootst. De uitgang van de operationele versterker is nul. Bij het op de PTT-lijn verschijnen van de belpulsen wordt de spanning over de condensator groter dan de referentie. De uitgang van de operationele versterker klapt om en gaat naar +15 V. Door het verdraaien van de loper van de instelpotentiometer R5 kan men er voor zorgen dat de schakeling zeer betrouwbaar werkt.

Een optische bel met een bel-detector

Zoals reeds geschreven in de inleiding kan men een bel-detector gebruiken om bijvoorbeeld een lamp aan te sturen als de telefoon gaat bellen. Deze lamp kan dan gevoed worden uit de 220 V wisselspanning. De optische koppelaar zorgt immers voor een ideale galvanische scheiding tussen net en PTT-lijn, zodat men zonder bezwaar de gevaarlijke netspanning kan gebruiken. Met hetzelfde soort schakelingen kan men natuurlijk ook een zware bel of sirene uit het belsignaal op de PPT-lijn sturen. Ideale schakelingen voor iedere slecht horende! Men kan werken met een relais of met een triac.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-17: Een bel-detector met relaistrap.

Van beide systemen wordt één voorbeeldschakeling besproken.

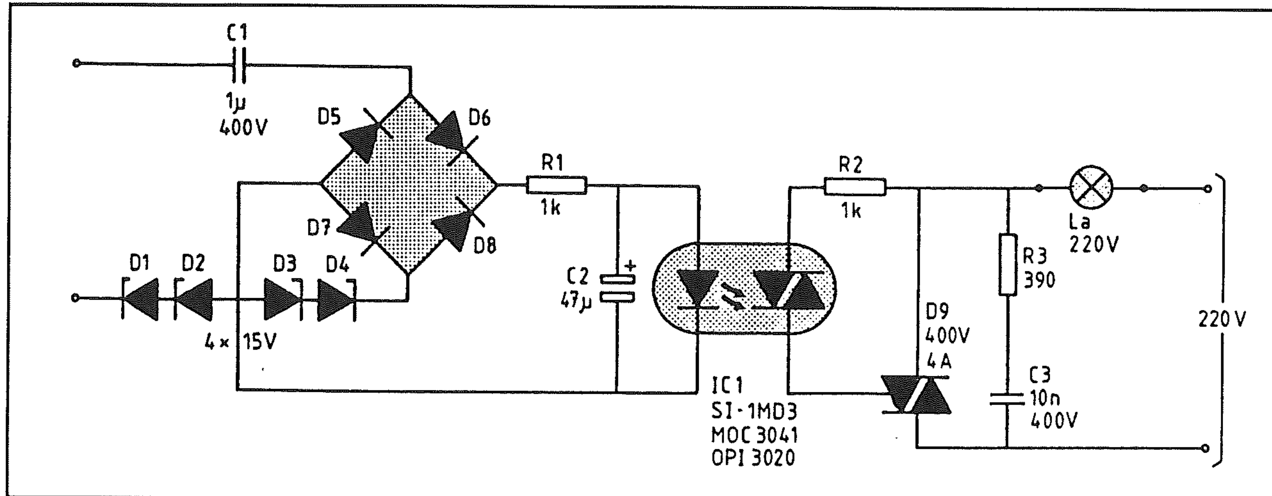
Werken met een relais

Een praktisch bruikbare schakeling met een relais is getekend in figuur 3/20.5-17. Het aansturen van de LED in de optische koppelaar is nu weer iets anders uitgevoerd dan bij de twee vorige schakelingen, hetgeen bewijst dat er vele wegen naar Rome leiden.... Door de zware afvlakcondensator C2 wordt de LED al met een mooie afgevlakte gelijkspanning gestuurd. De stroom door de foto-transistor zal dus al vrij stabiel zijn. Maar toch wordt de spanning over de emitterweerstand R4 nog eens afgevlakt met behulp van C3. Deze dubbele afvlakking is geen overbodige luxe bij dit soort schakelingen. De belsignalen worden immers intermitterend op de PTT-lijn gezet. Nu is het echter meestal niet de bedoeling dat het relais op het ritme van deze pulsen gaat klapperen. De twee afvlakcondensatoren hebben tot taak de pauzes tussen de opeenvolgende belpulsen op te vullen, zodat het relais aangetrokken blijft zolang het belsignaal op de PTT-lijn staat. De spanning over de weerstand R4 stuurt de transistor T1 in geleiding. Het gevolg is dat het relais Re1 wordt bekrachtigd en het contact omschakelt. De schakeling kan gevoed worden uit een netstekervoeding die ongeveer 100 mA levert bij een ongestabiliseerde spanning van 15 V.

Werken met een triac

Relais zijn dure, grote en storingsgevoelige onderdelen en iedere rechtgeaarde elektronicus zal proberen echte elektronische alternatieven te verzinnen. Dat kan volgens het schema van figuur 3/20.5-18.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-18: Het aansturen van een gloeilamp uit het belsignaal van de PTT via een speciale optische koppelaar.

Figuur 3/20.5-19: Een luid en duidelijk alternatief voor de schakeling van figuur 3/20.5-9.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

Hart van de schakeling is een speciale optische koppelaar. Deze heeft geen fotogevoelige transistor in de secundaire kant, maar een fotogevoelige triac. Deze triac kan zonder meer de 220 V van het net verdragen en gaat geleiden als de LED infrarood licht uitzendt. De stroomcapaciteit is echter begrensd en vandaar dat een dergelijke opto-triac gebruikt wordt als ontsteekelement van een zwaardere soortgenoot. De werking van de schakeling zal duidelijk zijn. De belpulsen brengen op de bekende manier de LED aan het branden. De elco C2 zorgt ervoor dat de LED continu brandt tijdens iedere belpuls. De stroom door de geleidende foto-triac wordt begrensd door de weerstand R2. Deze stroom ontsteekt de gate van de zware triac D9. Deze gaat geleiden gedurende de belpulsen en verbindt de gloeilamp La met het 220 V net. Als de belpulsen wegvallen dooft de foto-triac. Het gevolg is dat de externe triac D9 bij de volgende nuldoorgang van de netspanning even stroomloos wordt en dooft. De lamp gaat uit. De onderdelen R3 en C3 zijn noodzakelijk voor het verbeteren van de ontsteekeigenschappen van de externe triac.

Bellen en nog eens bellen

De reeds besproken schakelingen voor het aansluiten van een extra bel of zoemer op de PTT-lijn hebben één groot nadeel. Zij halen hun vermogen uit de gelijkspanning van het PTT-net, met als gevolg dat het maximale volume eerder beperkt is. Wie iets tussen deze kleine zoemertjes en de relaisgestuurde bellen wil kan gebruik maken van een bel-detector, die een netgevoede oscillator met eindtrap stuurt. Op een dergelijke schakeling kan men zonder problemen een luidsprekertje van een paar Watt aansluiten en dan levert de schakeling een zeer luid en duidelijk acoustisch signaal.

Een voorbeeld van een dergelijke schakeling is getekend in figuur 3/20.5-19. Men herkent de basisschakeling van figuur 3/20.5-9. Het enige verschil is dat de twee 555-timers nu niet uit de PTT-lijn gevoed worden, maar vanuit een eigen 9 V voeding.

Men kan dus veel meer vermogen uit de schakelingen halen, want de uitgang op pen 3 van een 555 kan een stroom van 100 mA leveren. Bij een voedingsspanning van 9 V levert een dergelijke stroom een vermogen van ongeveer 1 W op en dat geeft heel wat lawaai in een luidspreker!

De twee timers moeten op de een of andere manier gestuurd worden uit het uitgangssignaal van de bel-detector.

Dat gaat heel eenvoudig, want de 555-timers hebben daarvoor een speciale ingang op pen 4. Als deze ingang aan de massa ligt doen de schakelingen niets. Worden deze ingangen echter aan de voedingsspanning gelegd, dan gaan de timers oscilleren. En dat is precies wat bij deze schakeling gebeurt. De spanning over de emitterweerstand R van de foto-transistor is rechtstreeks verbonden met deze stuurpennen van de IC's. Aan de hand van de tot nu toe gepubliceerde schakelingen zal het niemand moeite kosten de juiste onderdelenwaarden in dit schema zélf in te vullen.

De weerstand R9 is een begrenzingsweerstandje en beschermt de uitgang van de tweede timer tegen het inductieve gedrag van de luidsprekerspoel. Men kan een weerstand van 47 Ω gebruiken, in serie met een condensator C9 van 47 µF. De luidspreker moet een minimaal vermogen van 1 W hebben bij een impedantie van 8 Ω.

Detecteren van de kostenpulsen

Inleiding

Hoe de grote kostenpulsen, die door de PTT op het net worden gezet, gedetecteerd kunnen worden is in feite reeds besproken in hoofdstuk 3/20.4. Nog even een samenvatting. De kostenpulsen bestaan uit grote perioden van een laagfrequente 50 Hz wisselspanning, die zowel op de a- als op de b-ader van het net worden gezet ten opzichte van de aarde. Omdat deze pulsen op beide aders aanwezig zijn veroorzaken zij geen stroom in de telefoon en het gevolg is dat men er niets van merkt. Wil men deze pulsen detecteren, dan zal men gebruik moeten maken van een symmetrische schakeling, die het spanningsverschil meet tussen de massa en de spanningen op de a- en b-aders. Dat kan op een heel eenvoudige manier door gebruik te maken van een trafo met twee identieke wikkelingen. Deze wikkelingen worden aangesloten tussen de aarde en de a- en b-aders van het PTT-net. De grote kostenpulsen wekken magnetische velden op in de kern van de trafo. Door de wikkelingen nu zo te schakelen dat deze velden elkaar versterken kan men secundair een grote spanning aftakken op het moment dat een kostenpuls op het PTT-net wordt gezet.

Een praktische schakeling

Een praktische uitwerking van dit principe is getekend in figuur 3/20.5-20.

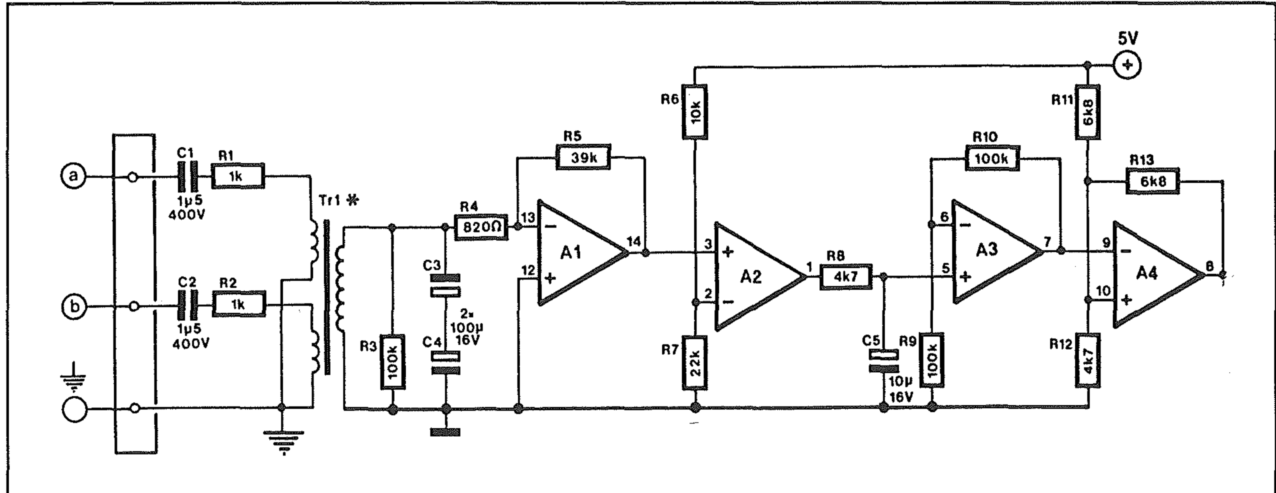
Als trafo kan een kleine voedingstrafo met twee secundaire wikkelingen van 12 V bij 100 mA worden gebruikt. Deze wikkelingen worden via de onvermijdelijke seriecondensatoren en stroombegrenzende weerstanden verbonden met de a- en b-aders van het net en met de massa van de PTT-kabel. De primaire onderdelen zijn zo berekend dat er over de 220 V wikkeling een spanning ontstaat van ongeveer 10 V. De secundaire weerstand van 100 kΩ en de twee in anti-serie geschakelde elco's zorgen voor een goede aanpassing van de schakeling op de impedantie van het PTT-net.

Kostenpuls-detectoren worden vrijwel steeds gebruikt in combinatie met een elektronisch tellertje. Het secundaire signaal moet dus omgezet worden in TTL-compatibele pulsen. Daarvoor worden vier operationele versterkers ingeschakeld, men zou bijvoorbeeld een LM 324 kunnen gebruiken. De eerste operationele versterker wordt als versterker gebruikt. Het uitgangssignaal van deze trap gaat naar de niet-inverterende ingang van de tweede op-amp. Deze is geschakeld als comparator en vergelijkt de versterkte wisselspanning met een van de +5 V voedingsspanning afgeleide drempel. Het gevolg is dat, bij iedere kostenpuls, op de uitgang van deze tweede trap een aantal mooie blokvormige signalen ontstaan met een frequentie van 50 Hz. Deze signalen worden vervolgens door de integrator R8/C5 omgezet in een gelijkspanning. In feite worden de 50 Hz pulsen omgezet in één brede puls. Deze brede pulsen worden tot slot met een Schmitt-trigger A3/A4 omgezet in TTL-compatibele signalen.

Een elektronische teller

Een kostenpuls-detector zonder teller is onbruikbaar. Vandaar dat even snel het schemaatje van een universeel bruikbaar elektronisch tellertje wordt beschreven. Dat kan tegenwoordig met één IC, zoals bijvoorbeeld de 74C928.

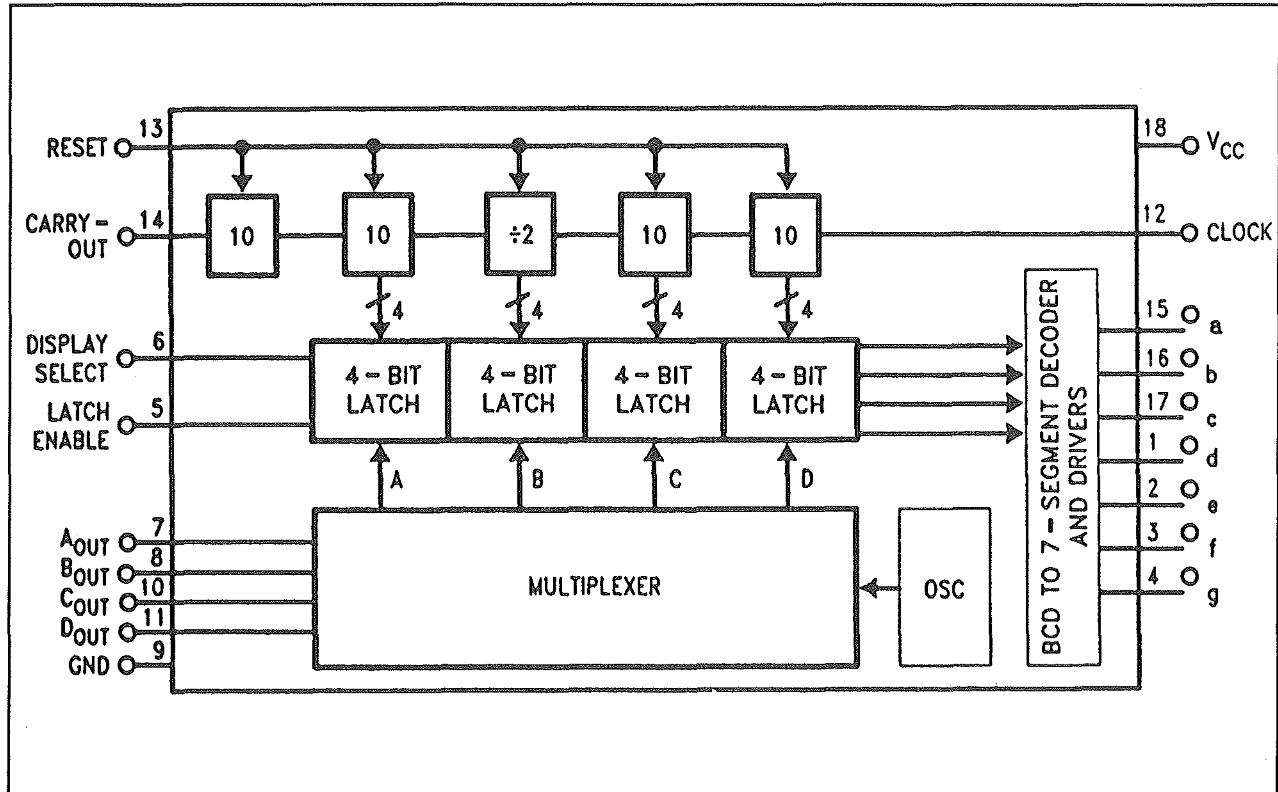
20.5 Ideeën voor zelfbouw



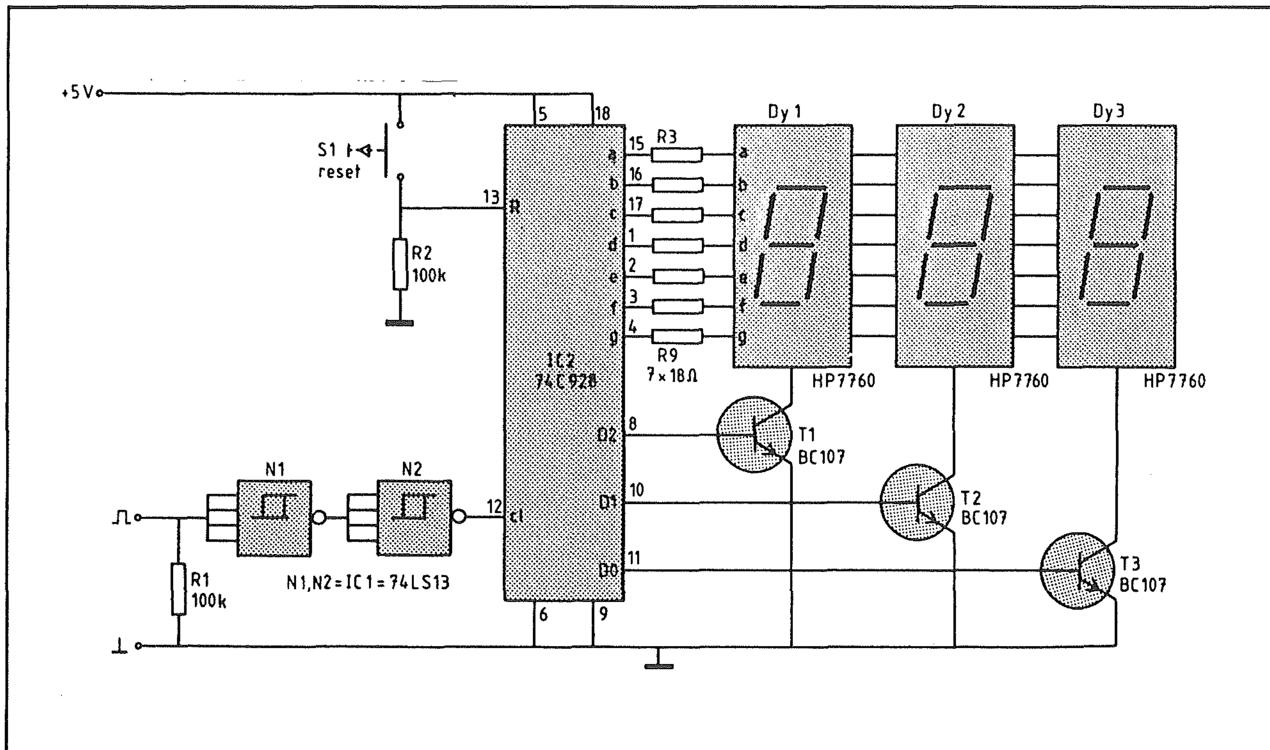
Figuur 3/20.5-20: Een praktische schakeling, waarmee men de kostenpulsen kan detecteren.

Met dit IC kan een drie-en-een-half decade teller worden gebouwd, die pulsen telt tot een totaal van 2.000. Het interne blokschema en de aansluitgegevens van dit IC zijn getekend in figuur 3/20.5-21.
De schakeling bevat een vier decaden brede teller, een dito buffergeheugen (latch), een oscillator en een multiplexer die het aansturen van de vier zevensegment display's regelt. Die gemultiplexte uitlezing betekent dat men alle identieke segmenten van de display's parallel kan schakelen en het IC bepaalt welk segment op een bepaald moment moet oplichten. De gemeenschappelijke kathoden van de display's worden via schakeltransistoren uit de AOUT tot en met DOUT pennen gestuurd. De schakeling werkt met een aftastfrequentie van ongeveer 1 kHz. De interne oscillator, die deze frequentie opwekt, behoeft niet eens een externe condensator! De teller wordt gestuurd vanuit de clock, die reageert op positieve flanken en de schakeling heeft een reset die de inhoud van de letters leeg maakt als er een "H" wordt op aangelegd. De inhoud van de teller wordt overgedragen naar de latch als op de latch enable een "H" staat. Als deze ingang naar "L" gaat blijven de laatst ingelezen gegevens in de latch bewaard en worden de tellers losgekoppeld van de latch. Met behulp van de display select kan men bepalen of de display's de inhoud van de teller of van de latch tonen.
Een praktische schakeling van een kostenpuls-teller met de 74C928 is getekend in figuur 3/20.5-22. De ingangspulsen gaan eerst door twee Schmitt-trigger poorten om er zeker van te zijn dat de teller gestuurd wordt met echt TTL-compatibele signalen. Er worden slechts drie decaden gebruikt, hetgeen meer dan voldoende is voor deze toepassing. De segmenten worden, zoals gezegd, parallel geschakeld en worden via kleine serieweerstanden rechtstreeks uit het IC gestuurd. Deze weerstanden bepalen de helderheid van de uitlezing. De gemeenschappelijke kathoden gaan via schakeltransistoren naar de massa. De basissen van deze transistoren kunnen rechtstreeks uit de uitgangen van het IC gevoed worden. Er zijn namelijk interne stroombegrenzingsweerstanden aanwezig. De reset kan met behulp van een drukknopje aan de +5 V gelegd worden. De weerstand van 100 kΩ zorgt ervoor dat deze ingang ook bij open schakelaar niet zweeft, maar zich instelt op "L".

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-21: De aansluitgegevens en het interne blokschema van de 74C928.



Figuur 3/20.5-22: Een praktische schakeling rond de 74C928.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

De automatische telefoon

Inleiding

Er zijn tal van toepassingen te bedenken, waarbij de op de PTT-lijn aangesloten apparatuur volledig automatisch een verbinding tot stand moet brengen.
Zo moeten telefoonbeantwoorders na het door de PTT op de lijn zetten van de belpulsen deze detecteren. Na enige seconden moet het apparaat "de hoorn van de haak nemen" en de ingesproken boodschap op de PTT-lijn zetten.
Na afloop van de ingesproken mededeling moet het apparaat de beller in staat stellen om een reactie op het bandje op te nemen. Tot slot moet de beantwoorder na een tiental seconden de verbinding verbreken.
De volgorde van acties die automatische apparatuur moet uitvoeren kan men samenvatten met:

- belpuls-detectie;
- even wachten;
- verbinding tot stand brengen;
- "luisteren" en/of "spreken";
- verbinding na enige tijd weer verbreken.

Bij sommige toepassingen zijn bepaalde acties overbodig.
Zo moet een "tele-babysit" de verbinding wel openen, maar moet de elektronica nadien onmiddellijk het geluid dat door een microfoontje in de babykamer wordt opgevangen op de lijn zetten. Bij deze toepassing wordt dus alleen "gesproken" en niet "geluisterd".
Hetzelfde geldt voor apparatuur die DTMF-codes die op de lijn worden gezet moet opvangen en aan de hand van de codes bepaalde apparaten moet in- of uitschakelen.

Algemeen blokschema

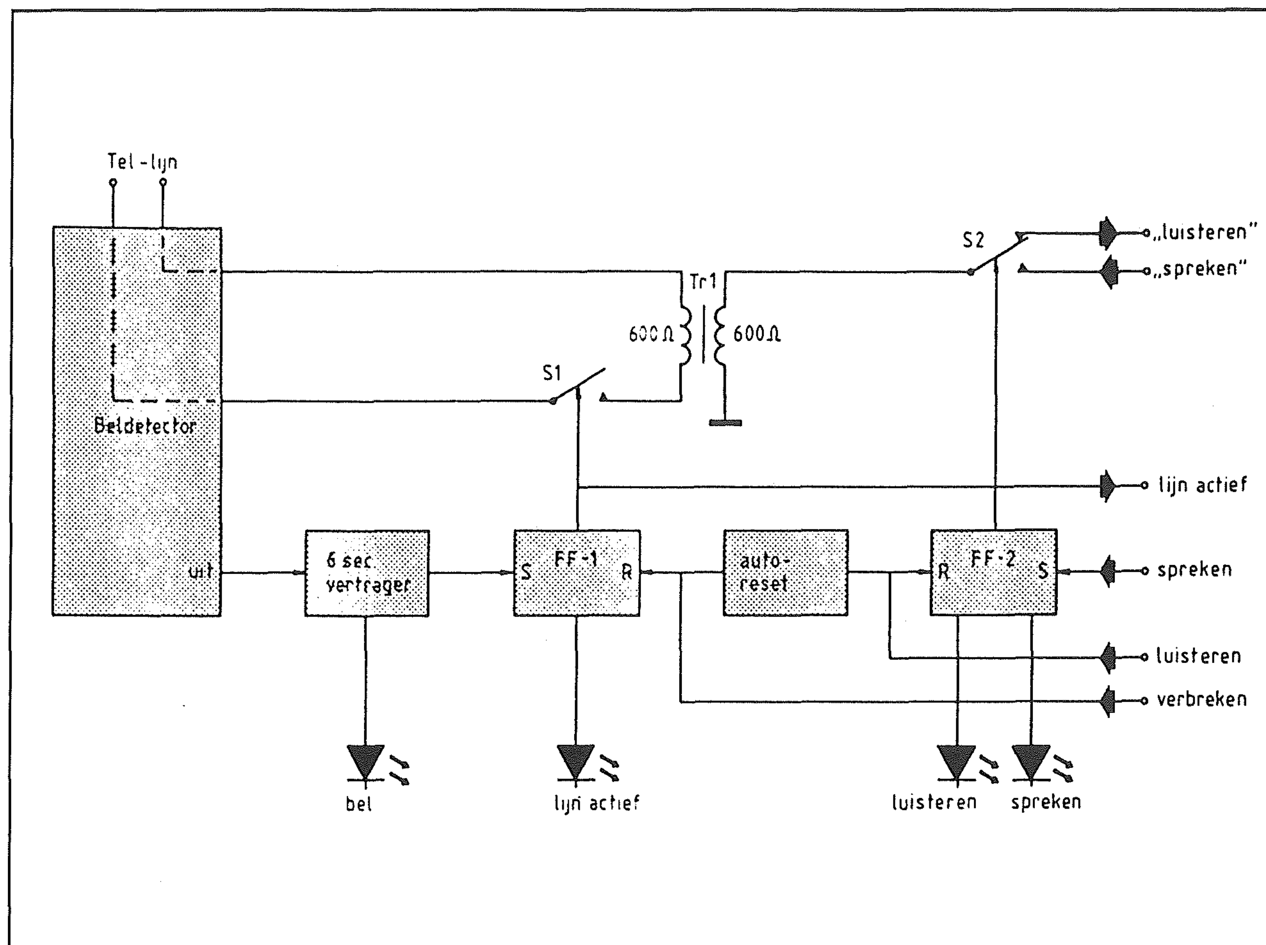
Het blokschema voor het besturen van dergelijke automatische apparatuur is getekend in figuur 3/20.5-23.

In rust wordt de PTT-lijn alleen belast door de bel-detector. Deze schakeling werkt steeds met een scheidingscondensator, zodat aan de voorwaarde van capacitieve belasting wordt voldaan.
Als de PTT de belpulsen op de lijn zet, worden deze door de bel-detector gedetecteerd. De schakeling levert een uitgangsspanning af, die gebruikt wordt voor het aansturen van een vertrager. Het is immers noodzakelijk dat de belpulsen even op de lijn blijven staan. In de meeste gevallen is een vertraging van 6 s meer dan voldoende. Daarvoor kan men een eenvoudige monostabiele multivibrator gebruiken.

Na 6 s levert deze schakeling een start-puls af, waarmee een flip-flop FF-1 wordt geset. Deze flip-flop is verantwoordelijk voor het "van de haak nemen van de hoorn". Dat gaat als volgt. De flip-flop stuurt via een relais de schakelaar S1. Als deze wordt gesloten, wordt de primaire wikkeling van een speciale trafo Tr1 over de PTT-lijn geschakeld. Deze trafo heeft primair en secundair een impedantie van 600 Ω. Deze impedantie is aangepast aan de impedantie van het PTT-net en de gelijkstroomweerstand van de wikkelingen is dusdanig dat de door de PTT geadviseerde lijnstroom door de lijn gaat vloeien. Vaak worden deze transformatoren "modem-trafo's" genoemd.

Deze omschakeling van capacitieve belasting (de bel-detector) naar resistieve belasting (de modem-trafo) is de basis van iedere automatische telefoonapparatuur!

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-23: Het blokschema voor de besturing van een automatische telefoon.

Als gevolg van het vloeien van de lijnstroom stopt de centrale met het versturen van de belpulsen en brengt de verbinding tot stand.
Wat er vervolgens gebeurt is afhankelijk van de bedoeling van het apparaat. In de meest universele uitvoering van figuur 3/20.50-23 wordt de secundaire wikkeling van de modem-trafo afgesloten met de omschakelaar S2 van een tweede relais. Dit relais wordt bediend door een tweede flip-flip FF-2, die bepaalt of het apparaat moet "luisteren" of "spreken".

Een schakeling die in ieder geval nooit mag ontbreken is de "auto-reset". Deze schakeling is er verantwoordelijk voor dat het apparaat zélf na een bepaalde tijd de verbinding weer verbreekt. Dit is een van de belangrijkste eisen die door de PTT aan automatische apparatuur wordt gesteld. In de meeste gevallen kan men deze "auto-reset" uitvoeren onder de vorm van een monostabiele multivibrator, die gestuurd wordt uit het uitgangssignaal van de bel-detector. De monostabiele multivibrator levert na een dertigtal seconden een reset-puls af, waarmee de twee flipflop's worden gereset. FF-2 zet de omschakelaar S2 is de basisstand "luisteren" of "spreken". Welke stand dat is, is uiteraard afhankelijk van de functie van het apparaat. FF-1 opent de schakelaar S1, waardoor de resistieve belasting van de mo-

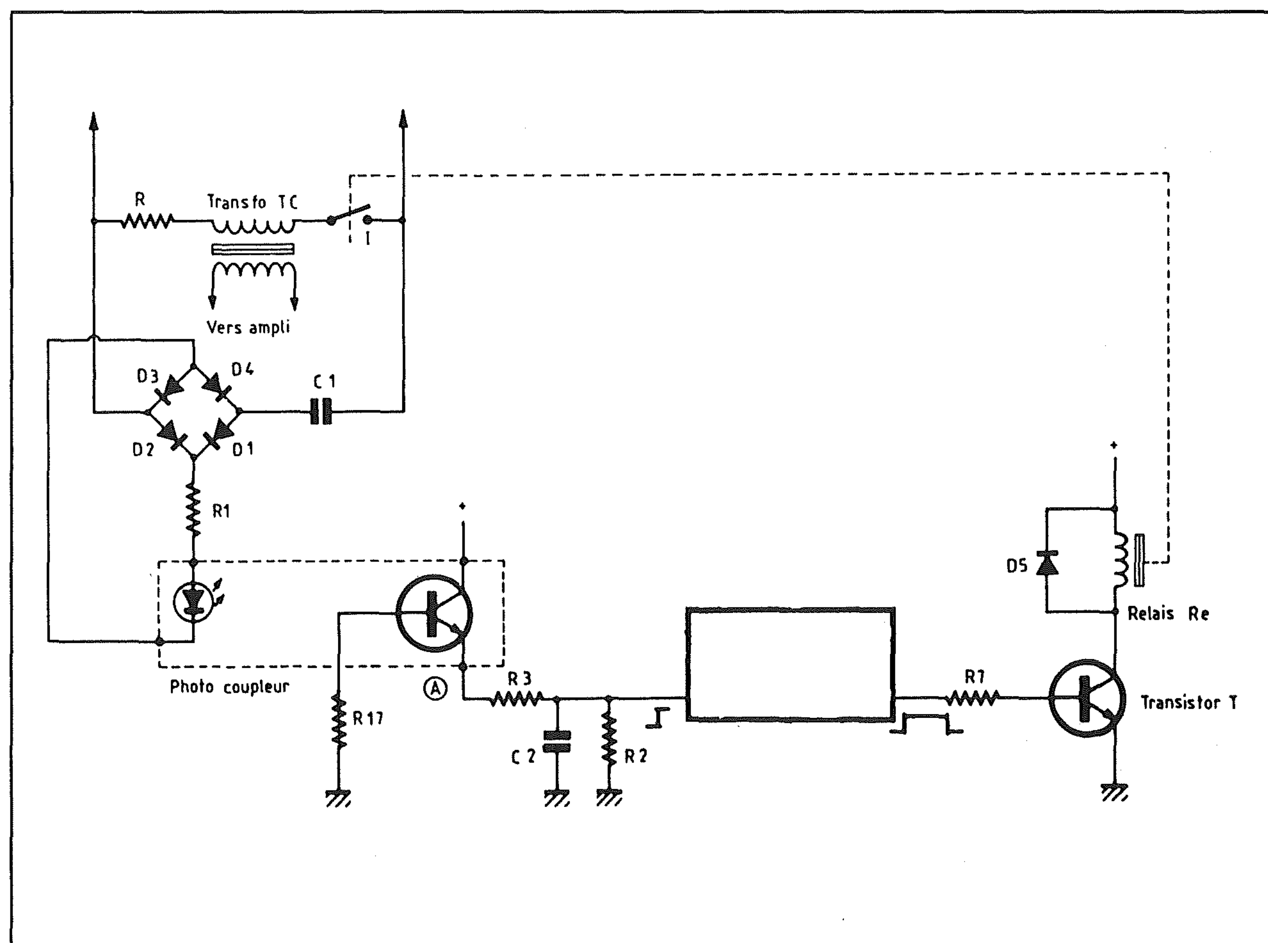
dem-trafo wegvalt. De lijnstroom gaat naar nul, dit wordt door de centrale gedetecteerd en de PTT verbreekt de verbinding.

Drie basisschakelingen
In iedere elektronische telefoonautomaat treft men dus drie belangrijke schakelingen aan:
- een schakeling die, op instructie van de belpuls-detector, de verbinding tot stand brengt;
- een schakeling die "spreekt", met andere woorden signalen op de PTT-lijn zet;
- een schakeling die "luistert", signalen die op de PTT-lijn staan aftapt en verwerkt.

In de volgende subhoofdstukken zullen van deze drie soorten schakelingen enkele praktijkvoorbeelden worden besproken.

Verbinding tot stand brengen

Gescheiden belpuls-detector
In figuur 3/20.5-24 is een letterlijke praktische vertaling gegeven van het blokschema uit figuur 3/20.5-23.



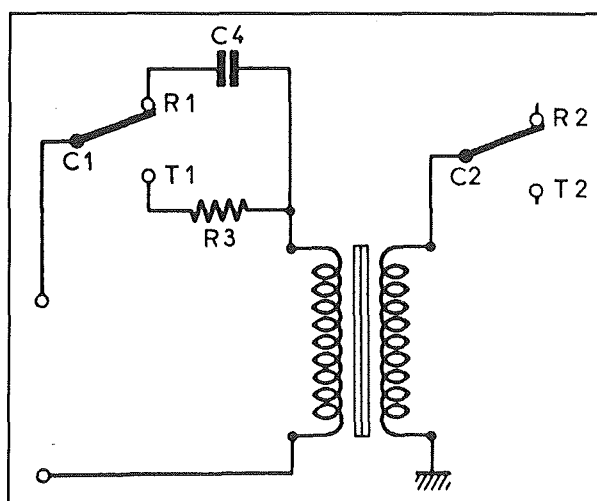
Figuur 3/20.5-24: Een monostabiele multivibrator zorgt voor het openen en verbreken van de verbinding.

De belpuls-detector is op de reeds bekende manier samengesteld. De collectorstroom van de foto-transistor vloeit via R3 en R2 af naar de massa. Deze stroom zal de condensator C2 bij iedere belpuls iets opladen. Dit systeem zorgt voor de noodzakelijke vertraging en vervult de functie van de "vertrager" uit het blokschema. Na enige seconden is de spanning over de condensator C2 gestegen tot de triggerspanning van de monostabiele multivibrator, voorgesteld door het blokje. In dit blokje kan men zich gelijk welke MMV voorstellen.
Men kan deze schakeling opbouwen met transistoren, met een 555, met TTL- of met CMOS-IC's. Op het moment dat de spanning over de condensator C2 gestegen is tot de triggerspanning van de MMV, wekt deze een brede positieve uitgangspuls op. Men kan de breedte van deze puls bijvoorbeeld instellen op 30 s. Deze puls stuurt via de weerstand R7 de transistor T in geleiding. Deze activeert het relais Re, de schakelaar I sluit en zet de modemtrafo over de PTT-lijn. Na 30 s valt de MMV-puls weg. De transistor gaat sperren, het relais valt af en de PTT-lijn wordt weer capacitief belast.

Belpuls-detector via modem-trafo

Als men toch een modem-trafo en een relais in de schakeling moet opnemen, kan men deze onderdelen net zo goed gebruiken voor het aansturen van de belpuls-detector. Dat spaart een optische koppelaar uit!
Het basisschema voor deze dubbele functie is getekend in figuur 3/20.5-25.

Het lijnrelais heeft nu twee omschakelcontacten. In rust schakelt het linker contact de condensator C4 is serie met de modem-trafo over de PTT-lijn. De PTT-lijn wordt capacitief belast en de belpulsen kunnen via de condensator de primaire wikkeling van de trafo bereiken. Het rechter contact van het lijnrelais voert de secundaire belpuls-spanning via contact R2 naar een geëigende schakeling, die de belpulsen detecteert.
Na detectie van deze pulsen en de noodzakelijke wachttijd wordt het lijnrelais bekrachtigd. Het linker contact schakelt nu de modem-trafo via de weerstand R3 over de PTT-lijn. De lijn wordt opeens resistief belast en de verbinding komt tot stand. De lijnsignalen worden via het rechter relaiscontact aan T2 aangeboden en kunnen verder verwerkt worden.



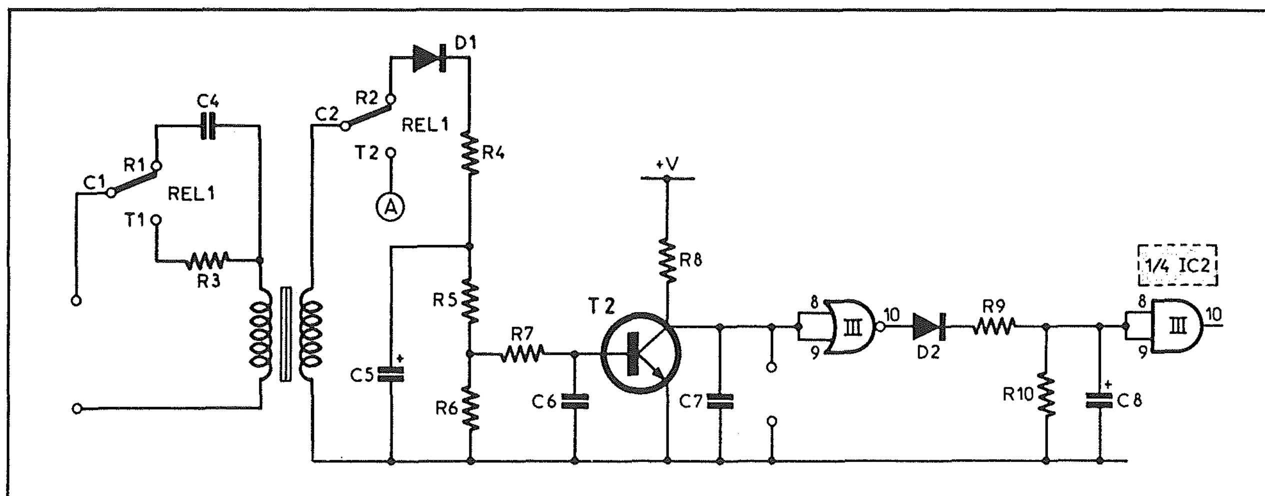
Figuur 3/20.5-25: Het basisprincipe voor de dubbele functie van de modem-trafo en het lijnrelais.

Een praktische schakeling

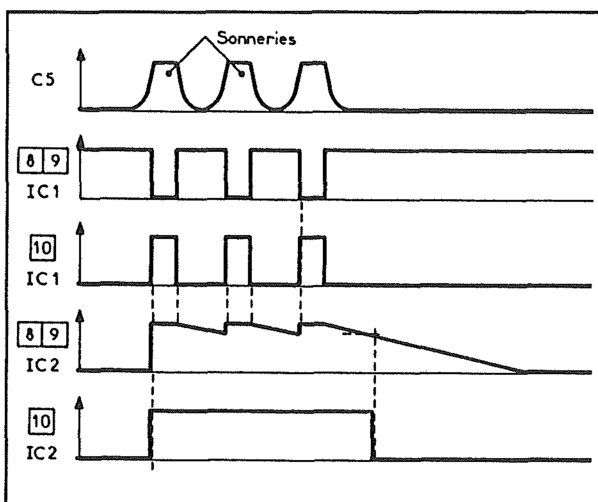
In figuur 3/20.5-26 is een praktische uitwerking van dit idee getekend.

De werking van de schakeling wordt besproken aan de hand van de grafieken in figuur 3/20.5-27.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-26: Een praktische uitvoering van de belpuls-detectie via de modem-trafo.



Figuur 3/20.5-27: Het verloop van de spanningen in de schakeling van figuur 3/20.5-26.

De secundaire belpulsen gaan via de relaiscontacten C2 en R2 naar de diode D1, de weerstand R4 en de condensator C5. Deze onderdelen richten de belpulsen gelijk en zorgen voor een bepaalde vorm van storingonderdrukking. Het netwerk rond de transistor T2 zet de gelijkgerichte pulsen om in signalen die heen en weer springen tussen de massa en de voedingsspanning.

De twee condensatoren C6 en C7 zorgen voor een tweede storingonderdrukking. De drie condensatoren vormen, samen met de in serie geschakelde weerstanden R4, R7 en R8, laagdoorlaatfilters die schakelklikken op de PTT-lijn volledig onderdrukken.

Het signaal op de pennen 8 en 9 van de Schmitt-trigger poort III wordt nu door deze poort geïnverteerd en omgezet in mooie blokvormige pulsen op de uitgang pen 10. Deze pulstrein wordt geïntegreerd door de onderdelen D2, R9, R10 en C8. De weerstand R9 laadt de condensator C8 op bij iedere binnenkomende puls. De diode D2 zorgt ervoor dat de condensator niet via R9 weer kan ontladen tussen de belpulsen. De weerstand R10 verzorgt een ontlaadpad voor de condensator zodat de spanning over de condensator, na het wegvallen van de belpulsen, langzaam weer naar nul kan gaan.

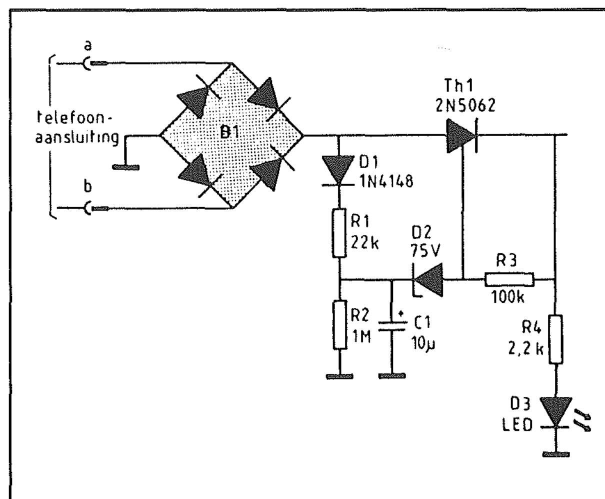
Het signaal over de condensator C8 wordt nu in een tweede Schmitt-trigger poort omgezet in een mooie eenmalige puls, die start bij de ontvangst van de eerste belpuls en even na het einde van de laatste belpuls weer verdwijnt.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

Dit signaal kan vervolgens gebruikt worden voor het omschakelen van het relais, waardoor de verbinding tot stand komt.

Een unieke schakeling

Tot slot wordt een zeer scherpzinnige en unieke schakeling beschreven. Deze schakeling verenigt de eigenschappen van belpuls-detector en lijncontrole en bevat slechts tien onderdelen. De schakeling opent de verbinding enige seconden na het verschijnen van de eerste belpuls op de lijn en verbreekt de verbinding op het moment dat de opbellende partij de hoorn op de haak legt. Deze schakeling is dus ideaal als eerste trap van een telebabyfoon. De schakeling werd ontworpen door de Nederlandse elektronicus Henk Mulder en werd voor het eerst gepubliceerd in het tijdschrift Radio Bulletin van Uitgeverij De Muiderkring.



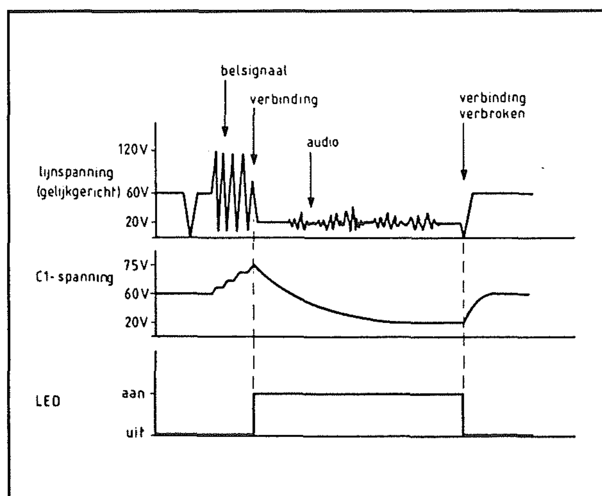
Figuur 3/20.5-28: De "Henk Mulder"-schakeling.

In rust staat er een gelijkspanning van ongeveer 60 V op de lijn. Deze spanning gaat via de bruggelijkrichter naar de diode D1. De brug zorgt ervoor dat de polariteit van het PTT-net niet belangrijk is. De diode van de diode D1 zal steeds positief zijn ten opzichte van de massa. De lijnspanning laadt via de geleidende diode D1 en de weerstand R1 de condensator C1 op. De spanning over dit onderdeel bedraagt dus ongeveer 60 V. De condensator wordt afgesloten met een zenerdiode D2 van 75 V. Het gevolg is dat deze diode niet kan geleiden. De spanning over de condensator C1 is immers te laag. Er gebeurt verder niets.

Als de PTT de belpulsen op de lijn zet verandert de situatie echter dramatisch. De grote belpulsen worden door de brug gelijkgericht en laden via de diode D1 en de weerstand R1 de condensator C1 verder op. De spanning over dit onderdeel wordt dus hoger dan 60 V en na enkele seconden is de spanning tot meer dan 75 V gestegen. Het gevolg is dat de zenerdiode D2 gaat geleiden. De stroom die nu door deze diode vloeit gaat via de gate van de thyristor Th1, de weerstand R4 en de LED D3 afvloeien naar de massa. Het gevolg is dat de thyristor gaat geleiden. De geleidende thyristor schakelt de weerstand R4 en de LED D3 over de PTT-lijn. Deze onderdelen zijn zo gekozen dat de minimale lijnstroom wordt overschreden. De PTT-centrale detecteert dit, beëindigt de versturing van de belpulsen en brengt de verbinding tot stand. De lijnspanning valt terug tot ongeveer 16 V. De condensator C1 gaat nu verder ontladen, de gatestroom van de thyristor valt weg. Maar dat is geen probleem want, zoals men weet, een thyristor die ontstoken is blijft geleiden zolang de gatestroom boven de houdwaarde blijft. Dat is, dank zij de lijnspanning van 16 V en de LED-belasting, zonder meer het geval. De spanning over de weerstand R4, de actieve lijnspanning, kan nu verder verwerkt worden. Men zou deze spanning bijvoorbeeld capacitief aan de primaire van een trafo kunnen aanbie-

den en secundair het ontvangen signaal, een mededeling van de oproeper, op band kunnen opnemen. Of men zou op de schakeling een heel gevoelige electretmicrofoon kunnen aansluiten, zodat de schakeling als tele-babyfoon werkt.

Het besproken systeem kan uiteraard uitgebreid worden. Zo wordt de noodzakelijke lijnstroom nu alleen gebruikt voor het laten oplichten van een LED. Maar men zou de serieschakeling van R4 en D3 natuurlijk ook kunnen vervangen door een relais, dat wordt geactiveerd door de lijnstroom en bijvoorbeeld een cassetterecorder automatisch in de opnamestand start.



Figuur 3/20-5-29: De spanningsvormen in de door Henk Mulder ontworpen schakeling.

Men mag echter in geen geval vergeten dat de schakeling resistief met de PTT-lijn verbonden is en dat men er dus geen netgevoede schakelingen rechtstreeks op mag aansluiten!
Dus wil men iets dat netgevoed is bedienen, dan altijd via de voorgestelde oplossing met een relais!

Rest nog de vraag hoe de verbinding weer verbroken wordt. Dat is heel simpel. Op het moment dat "de andere kant" de hoorn op de haak legt zal de PTT de verbinding verbreken. Dat gaat altijd gepaard met ofwel het ompolen van de lijnspanning ofwel het even nul worden van de lijnspanning. De beroemde klik die men hoort als de andere partij de verbinding verbreekt! In beide gevallen zal de stroom door de thyristor Th1 even onder de houdwaarde zakken. De thyristor gaat naar sper en volhard uiteraard in deze houding. De lijnstroom wordt nul, de centrale schakelt het toestel in de stand-by mode.

Signalen op de PTT-lijn zetten

Inleiding

In principe bestaan er twee soorten signalen die men op de PTT-lijn zou willen zetten:
- geluidsignalen, bijvoorbeeld van een cassetterecorder, een spraakmodule of een microfoontje;
- code-signalen, bijvoorbeeld DTMF-signalen.

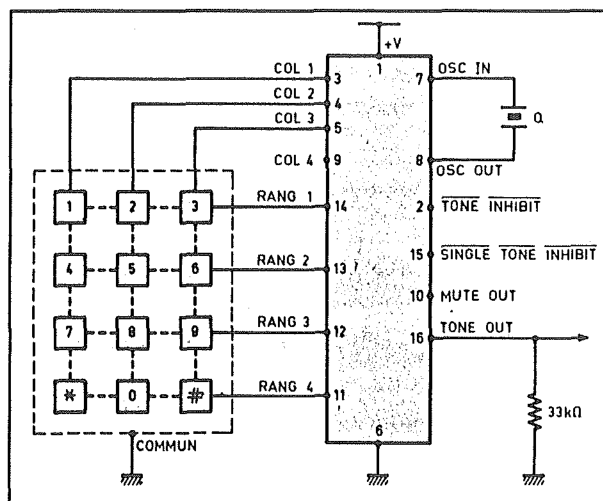
In beide gevallen moet men een dergelijke schakeling in twee delen opsplitsen. In eerste instantie uiteraard het deel dat de signalen genereert, in tweede instantie het deel dat de signalen in de PTT-lijn koppelt. Dat tweede deel kan meestal uitgevoerd worden met de reeds besproken modem-trafo en de relaisschakeling die daar omheen wordt gebouwd (zie figuur 3/20.5-25). Omdat de modem-trafo een impedantie heeft van 600 Ω is het geen probleem om signalen door te koppelen.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

De meeste operationele versterkers hebben geen moeite met het aansturen van een belasting van 600 Ω en ingewikkelde vermogensversterkers zijn dan ook niet noodzakelijk. Het volstaat de uitgang van de operationele versterker via een scheidingscondensator aan de secundaire wikkeling van de modem-trafo aan te bieden.

DTMF-coder

In hoofdstuk 3/20.3 zijn reeds enige IC's besproken waarmee men DTMF-codes via een toetsenbordje kan ingeven. In figuur 3/20.5-30 is nog eens een voorbeeld gegeven van een dergelijke eenvoudige schakeling.



Figuur 3/20.5-30: Een voorbeeld van een DTMF-coder.

In dit voorbeeld wordt een TCM 5089 toegepast, maar de meeste schakelingen zijn vrijwel identiek. Het uitgangssignaal op pen 16 kan via een eenvoudige versterker met een operationele versterker aan de modem-trafo worden aangeboden.

Electret-microfoons

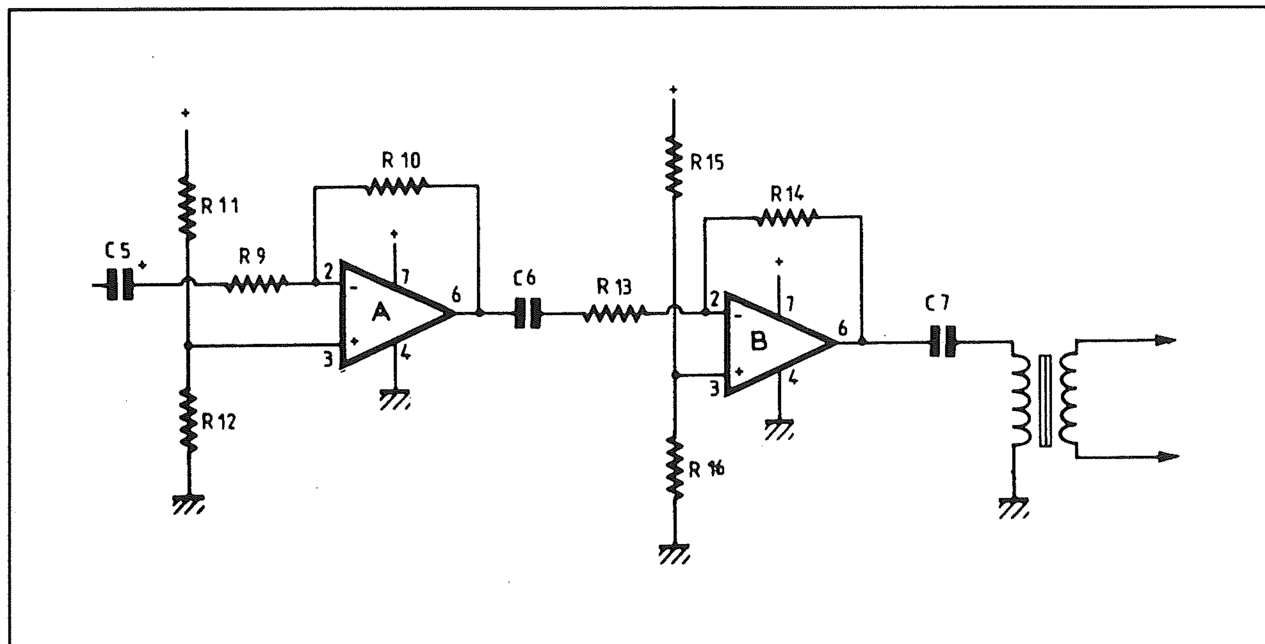
Electret-microfoons leveren uiteraard te weinig spanning en vermogen om rechtstreeks een modem-trafo aan te sturen. Via een twee-traps versterkertje kan men deze signalen echter meer dan voldoende versterker. Een bruikbaar schema is getekend in figuur 3/20.5-31.
Het electret-kapsel moet steeds via een weerstand tussen de massa en de positieve voeding worden aangesloten. In het schema wordt deze functie vervuld door de weerstand R8. Het kleine geluidsignaal wordt capacitief doorgekoppeld naar de eerste versterkertrap. De niet-inverterende ingang van de op-amp A wordt door middel van de spanningsdeler R11/R12 ingesteld op de helft van de voedingsspanning. De inverterende ingang zit in de terugkoppeling R9/R10, die de spanningsversterking van de trap vast legt.
De tweede trap is identiek opgebouwd. Via de condensator C7 wordt de secundaire wikkeling van de modem-trafo aangestuurd.

Capacitieve inkoppeling

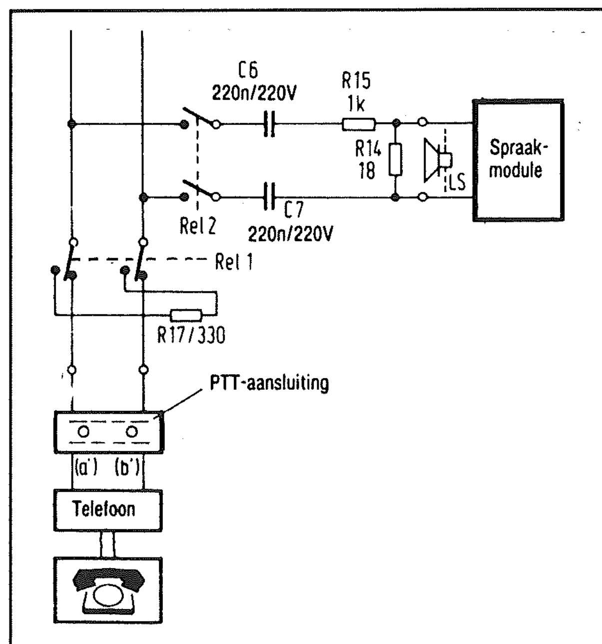
In bepaalde gevallen is het mogelijk de koppeling via een modem-trafo te vervangen door een capacitieve koppeling. Men moet dan echter steeds hoogspanningscondensatoren gebruiken, met een minimale doorslagspanning van 220 V.

In figuur 3/20.5-32 is als voorbeeld het deelschema getekend van een commercieel apparaat, waarin een spraakmodule wordt toegepast om korte mededelingen op de PTT-lijn te zetten. De bedoeling van een dergelijk apparaat is dat opbellers een zin als *"ik ben op dit moment bereikbaar op nummer ...."* te horen krijgen. Die korte mededeling wordt niet op een cassettebandje ingesproken, maar wordt digitaal opgeslagen in een RAM-geheugen. Nadien kan de tekst weer uit het geheugen worden gelezen en via een eenvoudige DAC worden omgezet in analoge spraak.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-31: Een voorbeeld van een versterker voor electret-microfoons.



Figuur 3/20.5-32: Een voorbeeld van een capacitieve koppeling tussen een spraakmodule en de PTT-lijn.

De schakeling wordt bestuurd met twee relais. Rel 1 schakelt om van capacitieve naar resistieve belasting na het detecteren van de belpulsen. Dat gaat heel eenvoudig: de twee contacten van dit relais schakelen een weerstand van 330 Ω (R17) over de PTT-lijn.
Het tweede relais Rel 2 schakelt de luidsprekeruitgang van het spraakmodule op de PTT-lijn. Deze koppeling is capacitief uitgevoerd via de twee condensatoren C6 en C7. De weerstand R15 zorgt ervoor dat de PTT-lijn niet overstuurd wordt.

Belangrijke opmerking
Bij alle schakelingen die signalen op de PTT-lijn zetten moet men voorzieningen treffen die ervoor zorgen dat de maximale belasting van het PTT-net niet overschreden wordt. In hoofdstuk 3/20.4 werd over dit punt het nodige geschreven.

Er bestaan verschillende systemen om aan deze PTT-eis te voldoen. Bij de schakeling van figuur 3/20.5-31 kan men de voedingsspanning van de operationele versterkers zo gering maken, dat de uitgangsspanning vastloopt voordat de PTT-grenzen bereikt zijn.

Een andere eenvoudige oplossing is over de secundaire wikkeling van de modem-trafo twee in anti-serie geschakelde zenerdioden op te nemen (figuur 3/20.5-33). De maximale spanning kan dan nooit groter worden dan de zenerspanning.

Signalen van de PTT-lijn halen

Inleiding

In de meeste gevallen zal men alleen behoefte hebben om DTMF-codes van de PTT-lijn te halen en daarmee allerlei afstandsbesturingen te realiseren. Tenzij men natuurlijk zélf een telefoon beantwoorder in elkaar wil knutselen! Dan moet men ook geluidsignalen van het PTT-net halen en deze verder verwerken.

Voorbeeld 1

In figuur 3/20.5-33 is een voorbeeld gegeven van een universeel bruikbare uitkoppeling van de informatie op het PTT-net.

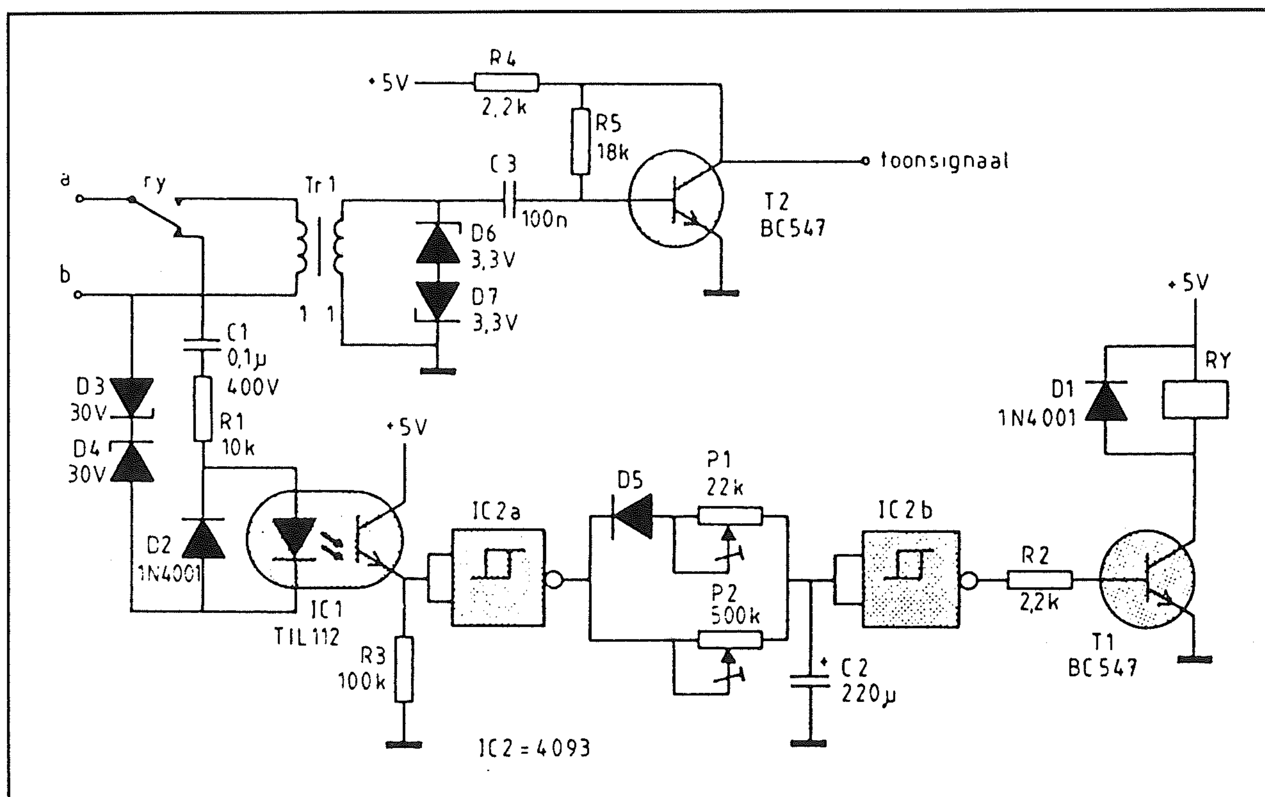
Het onderste deel van de schakeling bevat de bel-detector en de verbindingsopbouw. Ook nu worden twee poorten met Schmitt-trigger ingangen gebruikt voor het timen van de verbindingsopbouw. De schakeling werkt als volgt. Als er geen belsignalen op de PTT-lijn staan is de foto-transistor in de optische koppelaar gesperd.

Over de emitterweerstand R3 valt geen spanning. Dit lage signaal wordt door de eerste poort geïnverteerd, zodat de uitgang van deze poort op de voedingsspanning staat. Deze spanning laadt via de hoge weerstand P2 de condensator C2 op. In rust staat dus de voedingsspanning over dit onderdeel en dit hoge niveau wordt door de tweede poort geïnverteerd. De transistor T1 wordt niet gestuurd, het relais in onbekrachtigd. Iedere belpuls heeft tot gevolg dat de foto-transistor even in geleiding wordt gestuurd. De positieve spanning over R3 wordt geïnverteerd door de eerste poort. De uitgang wordt "L". De condensator gaat nu even naar dit lage niveau ontladen via de potentiometer P1 en de diode D5. Na enige belpulsen in de condensator zo ver ontladen dat de tweede poort aanspreekt en een hoge uitgang levert.

De transistor wordt in verzadiging gestuurd, het relais trekt aan en de modem-trafo wordt over het PTT-net gezet. Door het wegvallen van de belpulsen zal de condensator C2 nu weer gaan opladen van de hoge weerstand P2. Na een twintigtal seconden is de spanning over de condensator zo hoog geworden dat de tweede poort aanspreekt en de uitgang "L" wordt. Het relais valt af, de modem-trafo wordt losgekoppeld, de verbinding wordt verbroken. Er zijn in deze schakeling geen maatregelen getroffen ter onderdrukking van stoorpulsen. Men gaat er blijkbaar van uit dat de zeer grote waarde van de condensator C2 alle kort durende verschijnselen op de PTT-lijn effectief weet te onderdrukken.

Het bovenste deel van de schakeling bevat de universele uitkoppel-schakeling. De secundaire wikkeling van de modem-trafo wordt afgesloten met twee in anti-serie geschakelde zenerdioden. Deze begrenzen de spanning. De modem-spanning wordt capacitief aan de basis van de transistor T2 aangeboden. Deze trap versterkt het signaal, op de collector staat de versterkte lijnspanning ter beschikking voor verdere verwerking.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-33: Een praktische schakeling van een universeel bruikbare uitkoppeling.

Decoderen van DTMF-signalen

In figuur 3/20.5-34 is het schema getekend van een praktisch bruikbare DTMF-decodering. In dit schema wordt gebruik gemaakt van een SSI 202. Deze schakeling ontvangt de DTMF-codes op de analoge ingang, past er de noodzakelijke controle- en scheidingsbewerkingen op toe en levert de code in gedecodeerde vorm aan de vier uitgangen D1, D2, D4 en D8.

De kleine DTMF-signalen op de PTT-lijn worden via een modem-trafo uitgekoppeld en versterkt in een enkelvoudige versterkertrap rond de operationele versterker.

In figuur 3/20.5-35 is het tijdverband getekend tussen de analoge ingangssignalen en de gedecodeerde signalen op de D-uitgangen.

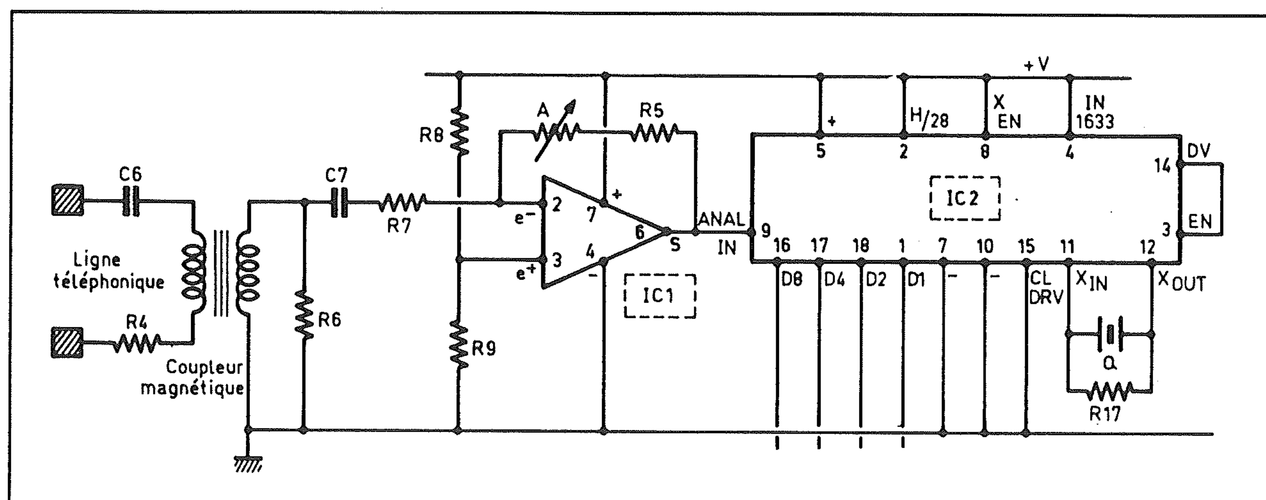
Figuur 3/20.5-36 geeft het verband tussen de DTMF-codes (voorgesteld door de ingedrukte toetsen) en de signalen op de vier D-uitgangen.
Het IC kan twee decoderingsmatrixen leveren. Welke wordt gebruikt is afhankelijk van het logische niveau op de H/28 ingang.

Een alternatieve schakeling

De meeste fabrikanten van DTMF-decoders geven in hun applicatieschema's de voorkeur aan het systeem dat in figuur 3/20.5-37 is getekend.

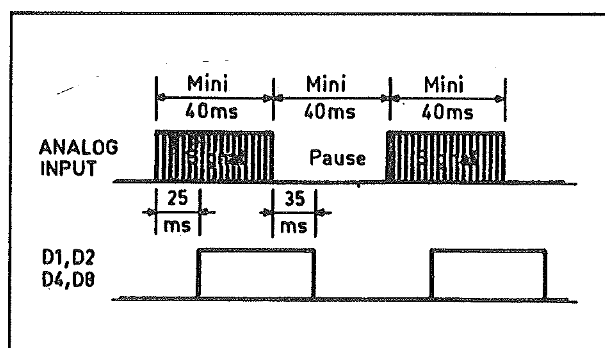
De DTMF-signalen worden via een verschilversterker uit het PTT-net gekoppeld. De galvanische scheiding wordt verzorgd door twee hoogspanningscondensatoren van 1 nF en met een doorslagspanning van 300 V.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-34: Een praktisch bruikbaar schema van een DTMF-decoder.

De vier weerstanden, die rond de ingangen van de operationele versterker geschakeld zijn, berekenen het grootteverschil tussen de spanning op de a- en op de b-ader van het PTT-net. Dit verschil wordt nadien door de op-amp versterkt en stuurt de analoge ingang van de DTMF-decoder.



Figuur 3/20.5-35: Tijddiagram van de in- en uitgangssignalen van de SSI 202.

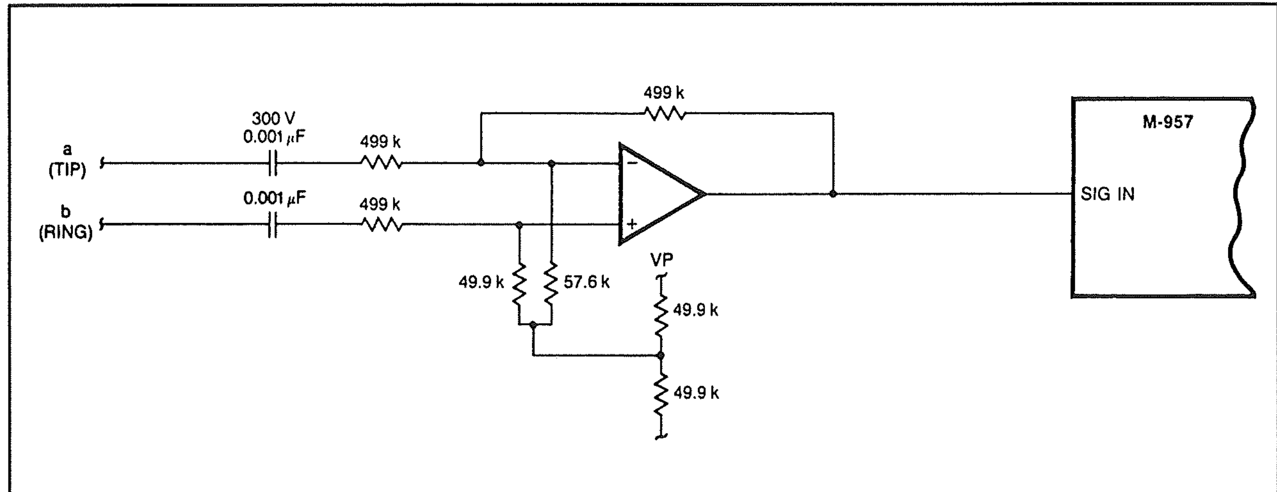
DTMF-decoder met toondecoders

Het ligt voor de hand dat men een speciale DTMF-decoder toepast als men een afstandsbediening ontwerpt, waarbij alle codes van het systeem een rol spelen. Wil men slechts een paar codes evalueren, dan kan men ook gebruik maken van zogenoemde "toondecoders".

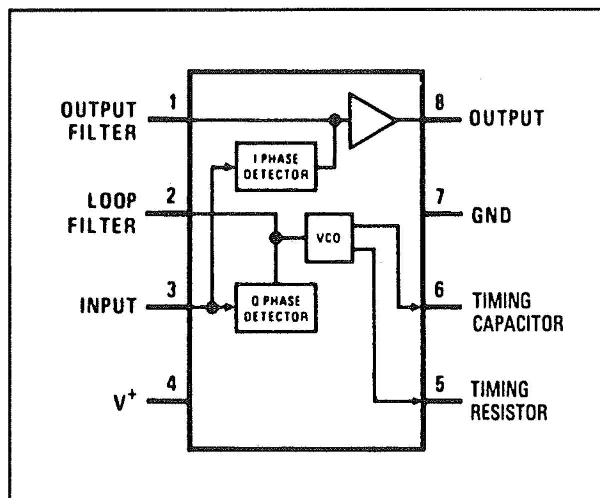
	HEX/B28=1				HEX/B28=0			
	D8	D4	D2	D1	D8	D4	D2	D1
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	1
9	1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1
*	1	0	1	1	1	1	0	0
#	1	1	0	0	1	1	1	0
A	1	1	0	1	0	0	1	1
B	1	1	1	0	0	1	1	1
C	1	1	1	1	1	0	1	1
D	0	0	0	0	1	1	1	1

Figuur 3/20.5-36: De twee in de SSI 202 beschikbare decodeermatrixen.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-37: Een uitkoppeling van DTMF-signalen middels een als verschilversterker geschakelde operationele versterker.



Figuur 3/20.5-38: Intern blokschema en aansluitgegevens van de LM 567.

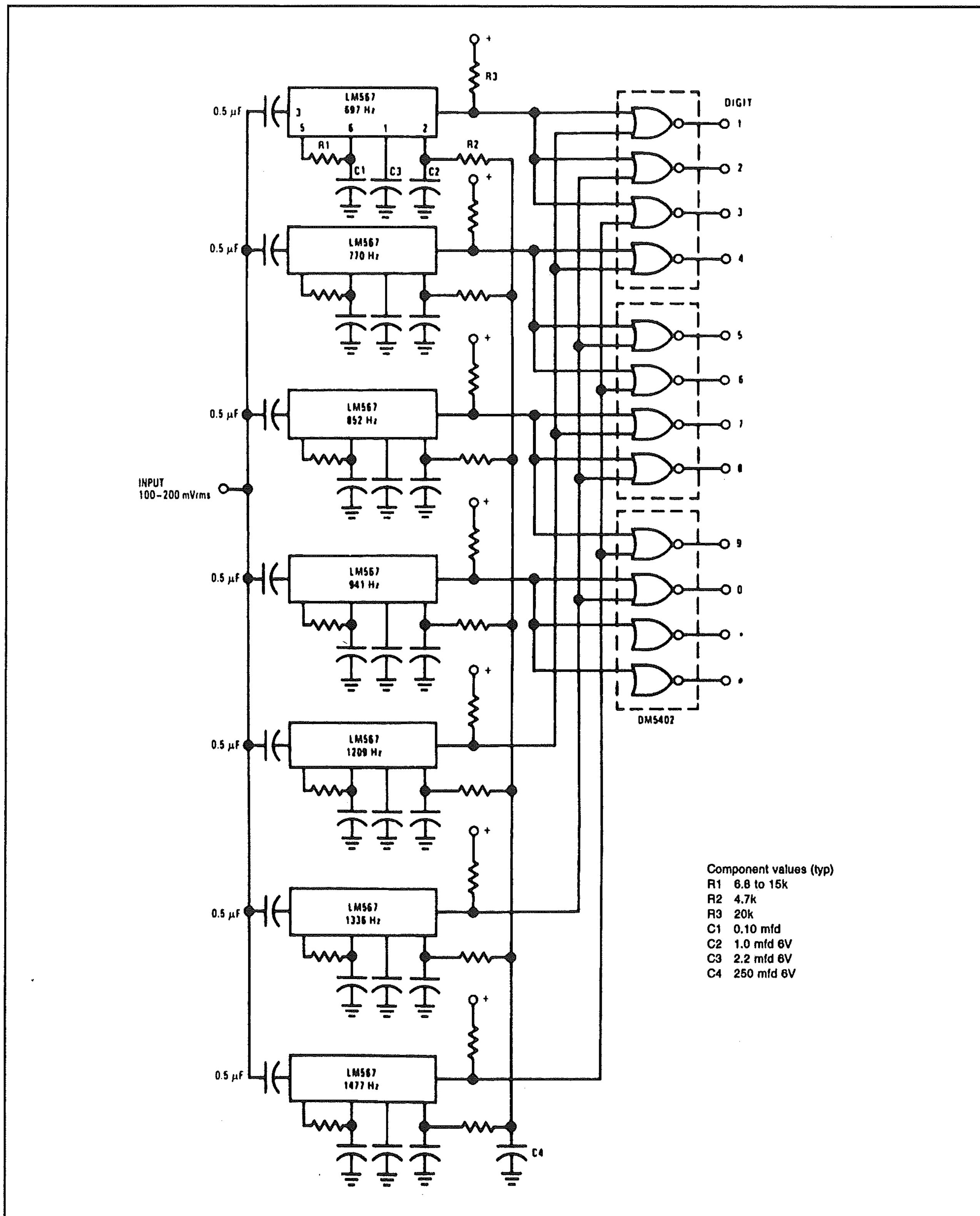
Dat zijn speciale IC's die werken volgens het PLL-principe en die één welbepaalde frequentie zeer smalbandig uit een frequentiespectrum kunnen filteren.
Een van de bekendste en goedkoopste toon-decoders is de LM 567 van National Semiconductor.

Het interne blokschema en de aansluitcodering van dit IC zijn getekend in figuur 3/20.5-38.

Het zou te ver voeren om in het kader van dit hoofdstuk de werking van een dergelijke schakeling precies te verklaren. Hetgeen men nu moet weten is dat de uitgang van de schakeling "L" wordt als de frequentie van het signaal aan de ingang binnen een zeer smalle bandbreedte rond de waarde f_0 ligt.
In figuur 3/20.5-39 is het schema getekend van een volledige DTMF-decoder met zeven toondecoders. Iedere decoder is afgestemd op een van de basisfrequenties van het DTMF-systeem. Wordt een van de dubbeltonen ontvangen, dan gaan de uitgangen van twee toondecoders naar nul. Deze signalen worden via de NOR-poorten gedecodeerd naar eenduidige hoge signalen. De uitgang van een NOR-poort gaat immers naar "H" als beide ingangen "L" zijn!

In het schema staan alle onderdelenwaarden aangegeven, behalve deze van de weerstanden R1.
De waarde van deze weerstanden bepaalt, samen met de waarde van de condensatoren C1, de frequentie waarop de schakeling is afgestemd.

20.5 Ideeën voor zelfbouw



Figuur 3/20.5-39: Een volledige DTMF-decoder met zeven toondecoders en drie poorten.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

$$f_0 \cong \frac{1}{1.1\,R_1C_1}$$

$$BW = 1070\sqrt{\frac{V_i}{f_0C_2}} \text{ in \% of } f_0$$

Figuur 3/20.5-40: De formules voor het bepalen van de waarde van de weerstand R1 in het schema van figuur 3/20.5-39.

De waarde van de condensator is in dit schema voor alle trappen vastgesteld op 100 nF. De corresponderende waarde van de weerstand kan berekend worden aan de hand van de formules die in figuur 3/20.5-40 gegeven zijn.

20.5 Ideeën voor zelfbouw

3/20.6

Glasvezel verbindingen

Inleiding

Waarom glasvezels?

Het woord "glasvezel" is een soort toverwoord geworden, waaraan alle nationale PTT's hun toekomst ophangen. Zonder een uitgebreid glasvezelnet schijnt moderne communicatie vast te lopen.

Toch is het hedendaagse telefoonnet nog grotendeels opgebouwd uit de oude, vertrouwde koperen geleiders. Dat systeem heeft tientallen jaren goed gefunctioneerd en de vraag kan gesteld worden waarom er miljarden geïnvesteerd moeten worden in de volledige vervanging van al dat koper door glas.

Als het telefoonnet alleen zou blijven dienen voor het verzenden van spraak met de bekende zeer kleine bandbreedte, dan zou er helemaal geen noodzaak bestaan voor deze ingewikkelde operatie. Maar moderne telecommunicatie eist veel meer.

Niet alleen spraak moet via het net worden doorgekoppeld, maar ook satellietsignalen, faxberichten, videofoonsignalen, TV-beelden, foto's en computerdata en dit alles liefst niet onder analoge vorm, maar digitaal.

Om een indruk te geven van de snelle ontwikkeling van telecommunicatiediensten, is in figuur 3/20.6-1 een historische ontwikkeling getekend van alle diensten die beroep doen of kunnen doen op het openbare telefoonnet. Kommentaar overbodig!

Wil dit zonder problemen lukken, dan zal men wel moeten omschakelen van koper naar glas.

Die moderne digitale communicatievormen vereisen namelijk een zeer grote bandbreedte en snelheid van het PTT-net. Men verwacht dat binnen niet al te lange termijn meer dan 1 Gigabit per seconde door het PTT-net moet kunnen. En dat is praktisch en theoretisch volledig onmogelijk met het bestaande koperen net met al zijn smalbandige versterkers en filters.

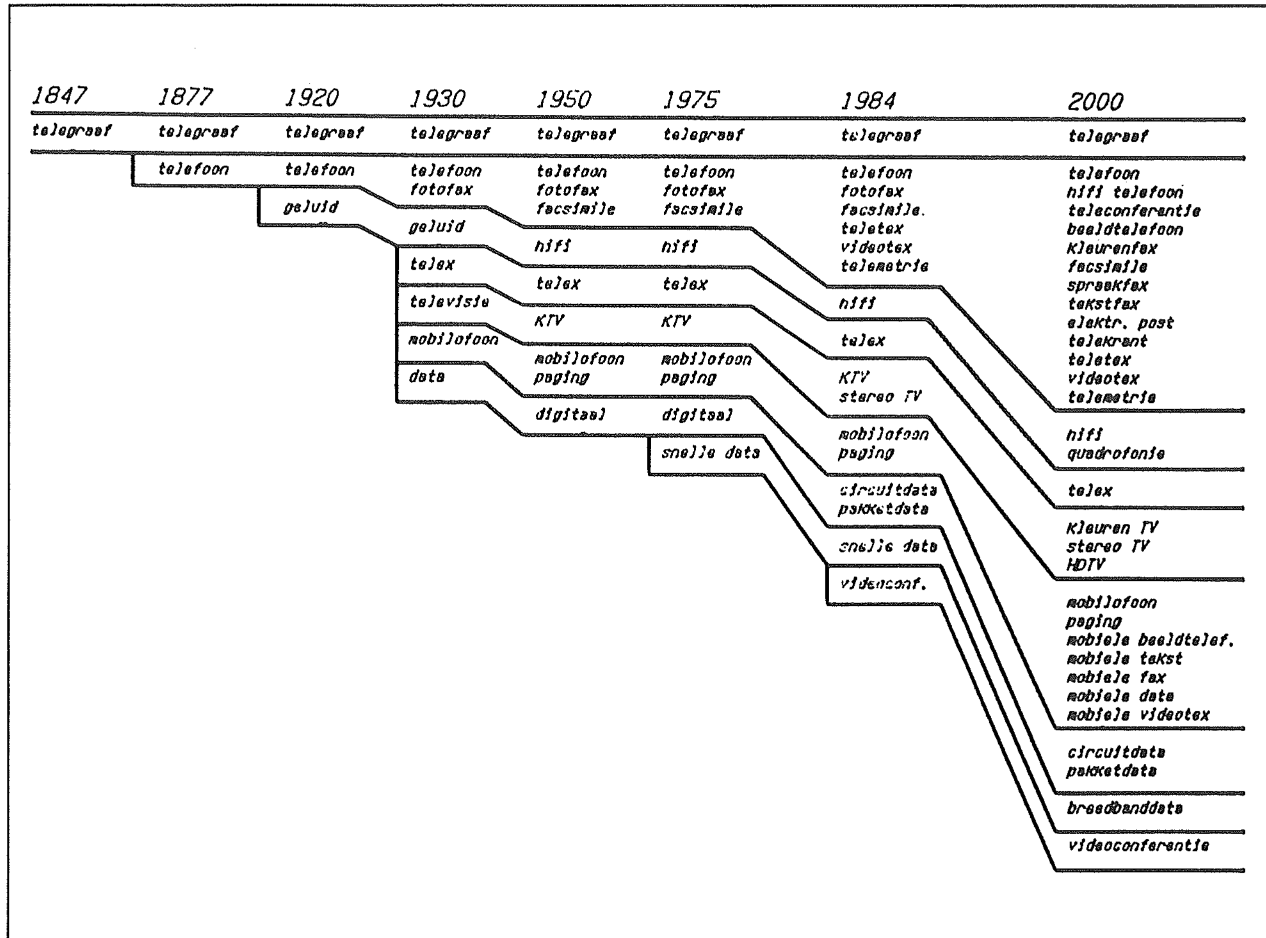
Alleen glasvezels met hun bijna onbeperkte bandbreedte en transmissiecapaciteit komen hiervoor in aanmerking!

Voordelen van een glasvezelnet

Naast de reeds genoemde breedbandige en dus snelle datatransmissie heeft een glasvezelnet nog een aantal andere voordelen:

- glasvezels zijn volledig ongevoelig voor elektrische en magnetische stoorvelden en kunnen dus ook in de industrie gebruikt worden om volledig bedrijfszeker meetwaarden te transporteren;
- er bestaat een perfecte elektrische isolatie tussen de apparaten die op het net zijn aangesloten;

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-1: De historische ontwikkeling van diensten die beroep kunnen doen op het openbare communicatienet van de PTT.

- het net is zeer moeilijk af te tappen, waardoor afluisterpraktijken en "stelen" van gegevens (computercriminaliteit!) zo goed als onmogelijk zijn;
- een glasvezelnet heeft veel minder signaalverzwakking (demping) per strekkende kilometer dan een kopernet en vereist dus minder versterkers;
- het gewicht van de kabels is veel geringer;
- de aders kunnen veel dunner zijn en kabels met een bepaalde diameter kunnen dus veel meer glasvezel aders bevatten dan traditionele koperen aders.

Een beetje geschiedenis

De moderne glasvezel communicatie zou niet denkbaar zijn zonder de uitvinding van de LASER in 1960. Deze "Light Amplification bij Stimulated Emission of Radiation" was en is een revolutionaire lichtbron, met zeer speciale eigenschappen. Een LASER zendt een zeer dunne lichtstraal uit met een zo goed als monochromatische samenstelling. Dat wil zeggen dat de elektromagnetische straling, waaruit het licht bestaat, bijna zuiver sinusvormig verloopt op één welbepaalde frequentie. Die frequentie is zeer hoog, ge-

20.6 Glasvezel verbindingen

middeld ligt deze rond 3 x 10^{14} Hz, oftewel 300 THz!
Als een dergelijke frequentie gemoduleerd wordt, dan kan een immense hoeveelheid gegevens verzonden worden. Hoe hoger immers de frequentie van een draaggolf, hoe sneller gegevens er in verwerkt kunnen worden.
Een tweede gunstige ontwikkeling was dat fotogevoelige detectoren ter beschikking stonden, die de gemoduleerde LASER-bundel weer in een elektrisch signaal konden omzetten.

De eerste experimenten met het verzenden van gegevens via een lichtbundel werden uitgevoerd in de open lucht. Helaas bleek dat de aardse atmosfeer een te onbetrouwbaar medium is voor het langs optische weg verzenden van gegevens. Spelbrekers waren regen en mist.
Vervolgens werden experimenten uitgevoerd met holle, gespiegelde buizen als transportmedium. Dit kon wel, maar dan moesten om de zoveel honderd meter lenzen in de buizen werden aangebracht om het LASER-licht weer te bundelen. Ook dit was geen praktisch bruikbare oplossing.

De communicatie via glasvezels kwam onder de aandacht van de technici naar aanleiding van een artikel van de Nederlandse professor van Heel van de Technische Universiteit van Delft. Deze beschreef in 1953 op zuiver theoretische basis een systeem voor optische communicatie, waarbij LASER-licht werd voortgeplant via een dunne glazen kern, omgeven door een mantel. Experimenten die werden uitgevoerd slaagden niet. De technologie kon geen dunne glasvezels maken die voldeden aan de extreme optische eisen die voor glasvezel communicatie nodig waren. De LASER-straal werd te zeer verzwakt in de glaskern, waardoor geen praktisch bruikbare afstanden konden worden overbrugd.

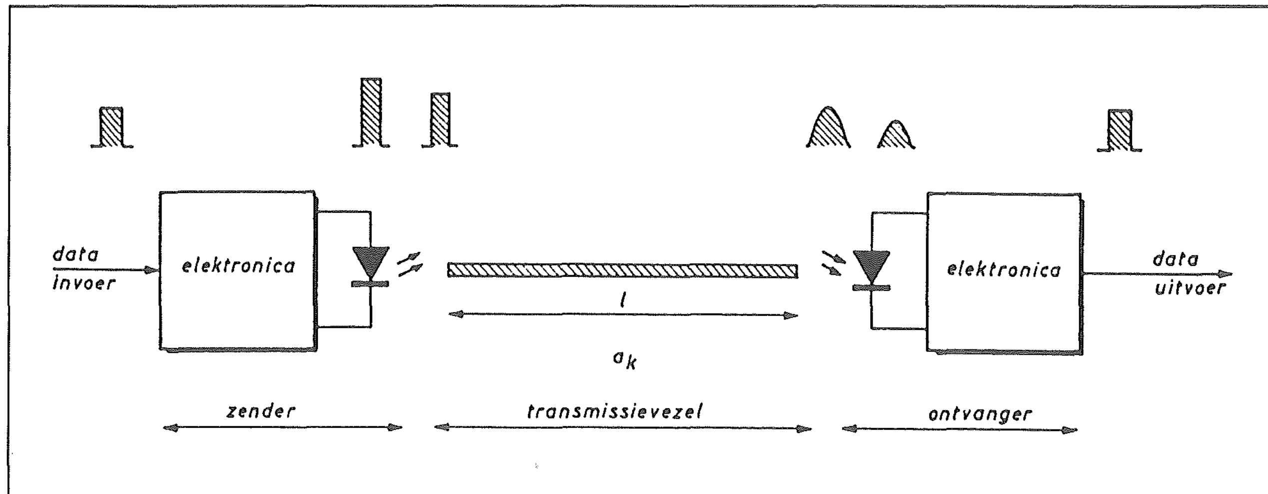
In 1966 kwam een belangrijke doorbraak. Twee onderzoekers, Kuen Kao en Hockman, publiceerden een artikel waarin een verklaring werd gegeven voor de grote verzwakking van het LASER-licht in de glaskernen.
Kern van het betoog was, dat voornamelijk kleine waterverontreinigingen in het glas de oorzaak waren van de grote verzwakking. Op zuiver theoretische gronden toonden zij aan dat het met optisch zeer zuiver glas, getrokken tot µm dunne vezels, mogelijk moest zijn afstanden tot 2 km te overbruggen met verliezen van enige tientallen dB.

Aan de hand van dit theoretisch artikel werden de experimenten weer opgepakt. Veel energie en onderzoek werd besteed aan het verbeteren van de eigenschappen van het glas en het minimaliseren van de diameter van de vezels.
In 1970 kwam een Amerikaans bedrijf op de markt met een glasvezelkabel, die slechts 15 dB/km verzwakte. In datzelfde jaar ontwikkelde Bell de eerste stabiele en goed bruikbare halfgeleidende LASER, die gemakkelijk moduleerbaar was.

In 1977 werd de eerste praktische glasvezelverbinding met een lengte van 10 km aangelegd tussen de Engelse steden Stevenhage en Hitchin. De gebruikte kabel had een verlies van 5 dB/km, hetgeen toch nog het inzetten van versterkers noodzakelijk maakte.

Maar sindsdien zijn de ontwikkelingen in snel tempo gegaan!

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-2: Het principe van optische communicatie via een glasvezel.

Een en ander heeft er toe geleid dat op dit moment glasvezels met een diameter van slechts 3 µm (drie duizendsten van een millimeter!) leverbaar zijn, die een verzwakking van 0,15 dB/km veroorzaken! Met dergelijke kabels zijn, zonder versterking, afstanden tot 200 km te overbruggen.
De glasvezel communicatie is volwassen geworden!

Het principe van optische communicatie
Uiteraard bestaan er nog geen systemen die gegevens, zoals spraak, rechtstreeks omzetten in gemoduleerd licht. De basis van optische communicatie is dus nog steeds de elektronica. Aan de ontvangerzijde doet zich dezelfde situatie voor. Het gemoduleerde licht kan niet rechtstreeks "begrepen" worden. Ook daar moeten elektronische schakelingen gebruikt worden om het gemoduleerde licht weer in elektronische signalen om te zetten.

Een communicatiesysteem via een glasvezel bestaat, zoals getekend in figuur 3/20.6-2, uit drie delen. Links is de "zender" getekend, die het te verzenden elektronische signaal, meestal digitaal, versterkt en de digitale pulsen aanbiedt aan de "lichtzender". Tegenwoordig bestaat deze "lichtzender" steeds uit een kleine halfgeleidende LASER. Voor kleine afstanden kan echter ook gebruik worden gemaakt van een infrarode LED.
Het licht dat deze bron uitstraalt wordt via een speciale koppeling in de glasvezelkabel geleid. De optische pulsen zijn op dit moment nog zeer scherp. Maar door de transmissie door de kabel zal er toch een bepaalde pulsvervorming optreden. Aan de ontvangerzijde zijn de optische pulsen niet meer zo scherp, maar enigszins uitgesmeerd in de tijd. De flanksteilheid neemt behoorlijk af. Het zal duidelijk zijn dat dit verschijnsel het aantal pulsen dat per seconde verzonden kan worden beperkt.
Via een identieke koppeling wordt het einde van de glasvezel gekoppeld met een fotogevoelige detector, in de meeste gevallen een foto-diode. Deze diode zet de lichtpulsen weer om in elektronische pulsen, die via geëigende schakelingen naar mooie digitale signalen worden getransformeerd.

Het unieke van glasvezel communicatie is dus dat er slechts één ader voor nodig is!

Dit in tegenstelling tot elektronische communicatie, waar uiteraard steeds twee aders nodig zijn voor het overbrengen van signalen: een "hete" ader en een "koude" ader, ook wel eens de massa genoemd.

Wat behandeld wordt
Na deze korte inleiding zal de volledige theorie en praktijk van glasvezel verbindingen vrij uitvoerig behandeld worden in de volgende subhoofdstukken:
- noodzakelijke optische theorie;
- soorten glasvezelkabels;
- de LED als licht-modulator;
- de LASER als licht-modulator;
- de PIN-diode als licht-demodulator;
- de Avelanche-diode als licht-demodulator;
- de connectoren;
- optische "elektronica".

Met optische "elektronica" wordt bedoeld dat sommige noodzakelijke signaalbewerkingen, zoals modulatie, multiplexing of splitsing, niet meer met elektronische schakelingen worden uitgevoerd, maar volledig opto-fysisch!

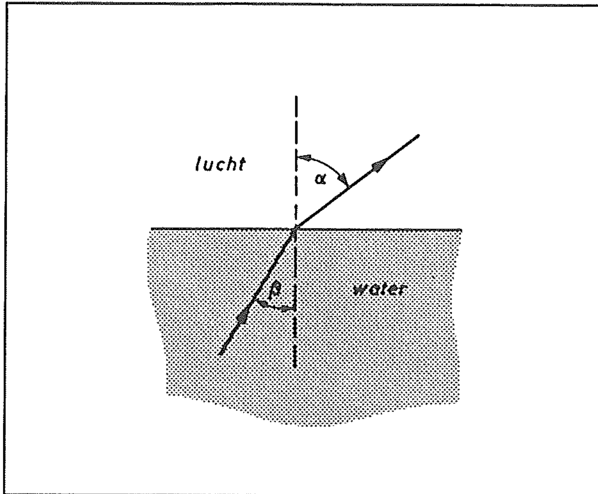
Noodzakelijke optische theorie

Inleiding
De traditionele koperen kabels voldoen wat eigenschappen en specificaties betreft aan de bekende wetten der elektrotechniek.
Een koperen geleider wordt immers gespecificeerd door een bepaalde inwendige weerstand, een bepaalde impedantie en een bepaalde demping. Uit deze gegevens kan men in de meeste gevallen vrij eenvoudig de maximale bandbreedte berekenen van signalen die over de kabel getransporteerd worden.

Iedere nieuwe technologie heeft echter volledig eigen wetmatigheden, gebaseerd op algemene fysische theorieën. Zo ook dus glasvezel communicatie. Begrippen als impedantie en inwendige weerstand zijn absoluut niet van toepassing! Daarvoor in de plaats komen specificaties als modusdispersie, chromatische dispersie, numerieke apertuur en golflengtevensters.
Wil men iets begrijpen van deze specificaties, dan zal men toch op zijn minst een beetje achtergrond-informatie moeten hebben over de fysische optische theorieën die aan de nieuwe technologie ten grondslag liggen.
In dit subhoofdstuk zal in het kort ingegaan worden op de opto-fysische theorieën, die voor een goed begrip van het verschijnsel "glasvezel" noodzakelijk zijn.

De voortplanting van licht
Licht is een elektromagnetisch verschijnsel dat zich in principe rechtlijnig voortplant door transparante media zoals lucht, glas, etc. In principe, omdat deze wet alleen geldt als het licht zich blijft voortplanten door een en hetzelfde medium. Valt een lichtstraal echter schuin in op het scheidingsvlak van twee transparante stoffen met verschillende optische eigenschappen, dan wordt de lichtstraal gebroken en vervolgt nadien zijn weg weer rechtlijnig door het andere materiaal.
Deze algemene optische wet kan iedereen controleren door een rechte stok half in stilstaand water te steken. Het lijkt dan net, alsof de rechte stok een knik vertoont daar waar hij het water in gaat, zie figuur 3/20.6-3.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-3: Het breken van licht toegelicht aan de hand van een praktisch voorbeeld.

De optische dichtheid

Deze lichtbreking wordt veroorzaakt door een bepaalde eigenschap van optisch transparante stoffen, namelijk de optische dichtheid. Deze optische dichtheid bepaalt de voortplantingssnelheid van het licht door de stof.

In het absolute luchtledige bedraagt de voortplantingssnelheid van het licht ongeveer 300.000 km/s. Dit is, voor zover natuurkundigen op dit moment aannemen, de hoogste snelheid die in het heelal te bereiken is. In zuiver water bedraagt de snelheid van een lichtstraal echter "slechts" 225.000 km/s.

Dit verschil in voortplantingssnelheid, rechtstreeks gevolg van de verschillende optische dichtheden van de stoffen, is verantwoordelijk voor het verschijnsel van lichtbreking.

De brekingsindex n

Iedere optisch transparante stof wordt gekenmerkt door een bepaalde brekingsindex n.

Deze factor is gelijk aan de verhouding tussen de voortplantingssnelheid van het licht in het absolute luchtledige en deze in de stof

In formulevorm uitgedrukt:

$\mathbf{n = c/v}$

waarin:

- n de brekingsindex is;
- c de snelheid van het licht is in het absolute luchtledige;
- v de snelheid van het licht is in de stof.

Uit deze formule kan men afleiden dat de brekingsindex van zuiver water gelijk is aan 300.000/225.000 = 1,33.

De Nederlandse natuurkundige W. Snellius ontdekte reeds in 1621 dat er een eenvoudig wiskundig verband bestaat tussen de brekingsindexen van stoffen en de mate waarin een lichtstraal gebroken wordt:

$\mathbf{n_1/n_2 = (\sin \beta)/(\sin \alpha)}$

of:

$\mathbf{n_1 \cdot (\sin \alpha) = n_2 \cdot (\sin \beta)}$

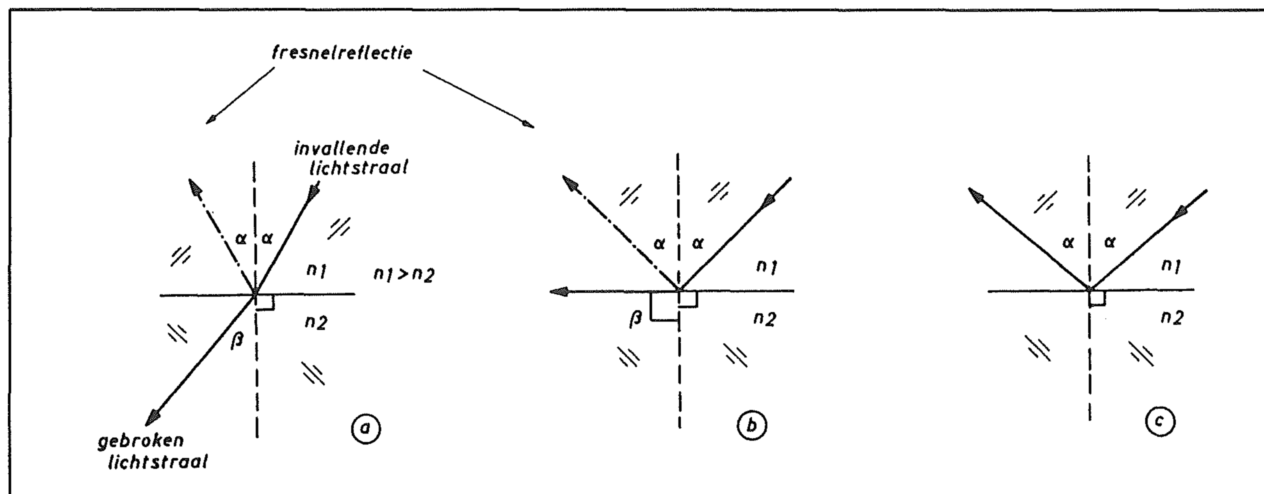
waarin:

- n1 de brekingsindex is van de eerste stof;
- α de hoek is waarmee de lichtstraal in de eerste stof treedt;
- n2 de brekingsindex is van de tweede stof;
- β de hoek is waarmee de lichtstraal in de tweede stof treedt.

Breking en reflectie

Op het scheidingsvlak van de twee stoffen zal echter niet alleen breking van de lichtstraal optreden, maar ook een zekere mate van reflectie of terugkaatsing. Een deel van de in de eerste stof invallende lichtstraal wordt onder eenzelfde hoek gereflecteerd in de stof. Dit verschijnsel wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.6-4.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-4: Het verschijnsel "fresnel-reflectie" grafisch toegelicht.

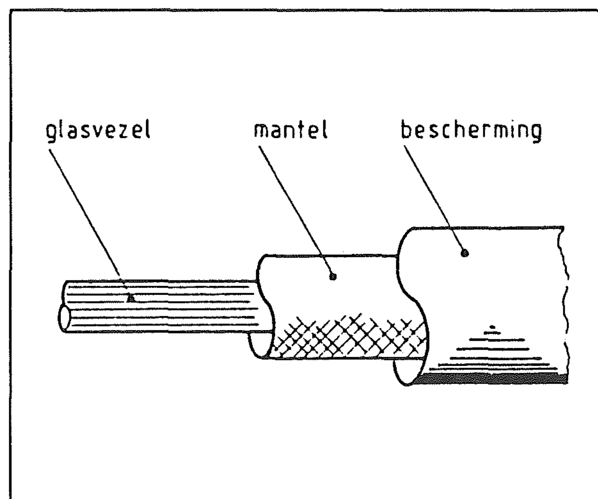
Deze terugkaatsing wordt de "fresnel-reflectie" genoemd. De verhouding tussen het gereflecteerde deel van het licht en het deel dat gebroken zijn weg vervolgt hangt van een aantal factoren af:

- in eerste instantie uiteraard van de brekingsindexen van de twee stoffen;
- in tweede instantie van de grootte van de invalshoek α.

Naarmate de invalshoek α groter wordt, zal steeds meer licht worden gereflecteerd en steeds minder licht gebroken zijn weg vervolgen in de tweede stof.
Bij een bepaalde waarde van α, de zogenoemde "kritische invalshoek", zal de volledige lichtstraal op het scheidingsvlak van de twee stoffen worden gereflecteerd (figuur c).

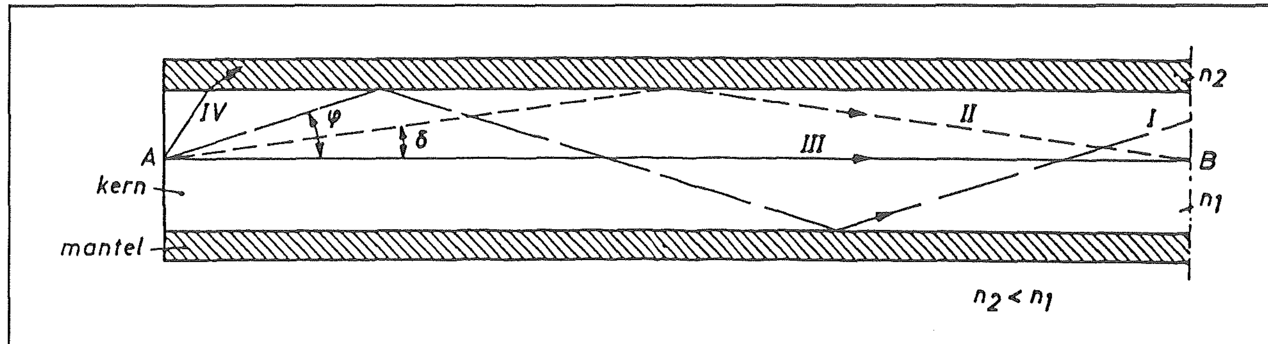
Dit nu, is het basisprincipe waarmee glasvezels werken!

De samenstelling van een glasvezelkabel
Een glasvezelkabel bestaat steeds uit drie fundamentele delen. Deze zijn getekend in figuur 3/20.6-5.



Figuur 3/20.6-5: De fundamentele samenstelling van een glasvezelkabel.

Allereerst is er de eigenlijke lichtgeleider dus de glasvezel, ook "kern" of "core" genoemd.
Deze heeft een diameter tussen 3 μm en 200 μm. De dikte van deze kern, zo zal later blijken, speelt een zeer belangrijke rol en bepaalt in hoge mate de eigenschappen van de glasvezelkabel. De kern is gemaakt van zeer zuiver kwarts.
Rond de kern zit de mantel, in de vakliteratuur de "cladding" genoemd.



Figuur 3/20.6-6: Het basisprincipe van lichtgeleiding door een glasvezelkabel.

Ook deze mantel is van kwarts, maar dit kwarts heeft een andere brekingsindex dan de stof waaruit de core is getrokken. De verhouding tussen beide brekingsindexen is zeer kritisch en bepaalt de mate van reflectie van het licht dat door de glasvezel wordt gestuurd.
Rond de cladding zit de bescherming of de "jacket". Deze heeft geen principiële functie, maar beschermt de zeer dunne vezel tegen beschadigingen en geeft de vezel de noodzakelijke mechanische stevigheid. Deze jacket is uiteraard niet gemaakt van glas, maar in de meeste gevallen van een of ander kunststof.

Het basisprincipe van lichtgeleiding in een glasvezelkabel

Aan de hand van de tot nu toe onthulde wetenschap kan men het basisprincipe van lichtgeleiding door een glasvezel gemakkelijk begrijpen. Dit basisprincipe wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.6-6.

Men moet zich voorstellen dat links een lichtbron staat, die lichtstralen naar de glasvezel stuurt. Als de lichtbron puntvormig is, zullen lichtstralen onder verschillende hoeken in de glasvezel penetreren. Lichtstraal III valt in onder een hoek van 0° en plant zich dus in de richting van de lengte-as van de vezel voort. In de veronderstelling dat de lichtvezel volledig recht loopt, zal deze straal zich zonder breking of reflectie door de vezel voortplanten. Uiteraard is dit een zuiver theoretisch geval, want geen enkel kabel kan zo recht gelegd worden dat deze situatie zich voordoet!
Lichtstraal II valt in onder een hoek σ. Deze straal zal na enige afstand invallen op het scheidingsvlak tussen de core en de cladding. De invalshoek is echter zo groot dat er volledige fresnel-reflectie plaats vindt. Dergelijke stralen zullen zich dus, heen en weer kaatsend door de core, door de glasvezel voortplanten.
Hetzelfde geldt voor lichtstraal I. Deze valt de kern binnen onder een hoek φ met als gevolg dat de invalshoek tussen core en cladding nog steeds zo groot is dat er nagenoeg volledige reflectie optreedt.
Lichtstraal IV valt echter onder een zo scherpe hoek in de glasvezel, dat geen reflectie optreedt maar breking. De lichtstraal verdwijnt in de cladding en wordt geabsorbeerd door de jacket. Dergelijke stralen dragen dus niet bij aan het transport van het licht door de kabel!

De modi van de voortplanting

Uit figuur 3/20.6-6 volgt dat de lichtstralen I, II en III weliswaar zich alle drie door de vezel voortplanten, maar dat de afgelegde weg van deze drie lichtstralen niet

20.6 Glasvezel verbindingen

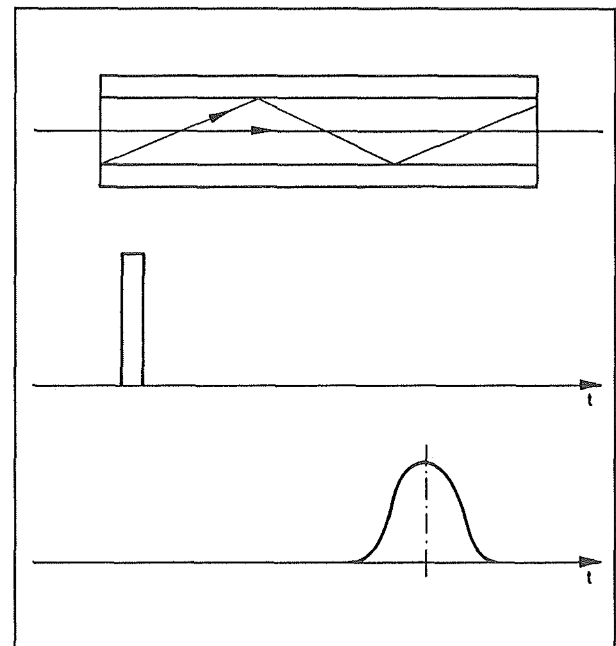
gelijk is. Straal III plant zich rechtlijnig voort en legt dus de kortste weg af. Straal II kaatst heen en weer en legt een iets langere weg af.
Straal I kaatst vaker heen en weer dan straal II, met als gevolg dat deze straal de langste weg aflegt.
Nu zijn er natuurlijk tussen een invalshoek van 0° en een invalshoek van φ in principe een oneindig aantal invalshoeken mogelijk. Al deze hoeken leveren lichtstralen op die zich door de vezel voortplanten, maar al deze lichtstralen leggen allemaal een andere weg af.
Een lichtstraal kan zich dus via diverse paden door de vezel voortplanten. Deze paden noemt men de "modi" van de glasvezel. Hoe minder vaak een lichtstraal gereflecteerd wordt in de kabel, hoe lager de modus van deze straal. In het getekende voorbeeld heeft dus lichtstraal III de laagste modus en lichtstraal I de hoogste modus.

De modusdispersie en de dispersievervorming

Een belangrijk gevolg van de diverse modi is dat lichtstralen, die op hetzelfde tijdstip de lichtvezel binnen dringen, er niet op hetzelfde moment uitkomen! Er ontstaan dus looptijdverschillen. Dat is een logisch gevolg van het feit dat lichtstraal III en veel kortere weg aflegt dan lichtstraal I. Dit verschijnsel noemt men de modusdispersie.

Een vervelend gevolg van deze modusdispersie is dat een scherpe lichtimpuls, die in de kabel wordt gestuurd, er vervormd zal uitkomen.
De mate van vervorming hangt van twee factoren af, namelijk:
- het aantal modi dat in de glasvezel kan optreden;
- de totale looptijdverschillen tussen de modi, met andere woorden de lengte van de kabel.

Hoe dunner de vezel, hoe minder modi er kunnen optreden en hoe kleiner de vervorming zal zijn. Hoe langer de kabel, hoe groter de totale looptijdverschillen tussen de diverse modi zullen zijn en hoe "uitgesmeerder" een van oorsprong scherpe lichtpuls uit de vezel komt.
Deze dispersievervorming wordt grafisch toegelicht in figuur 3/20.6-7.

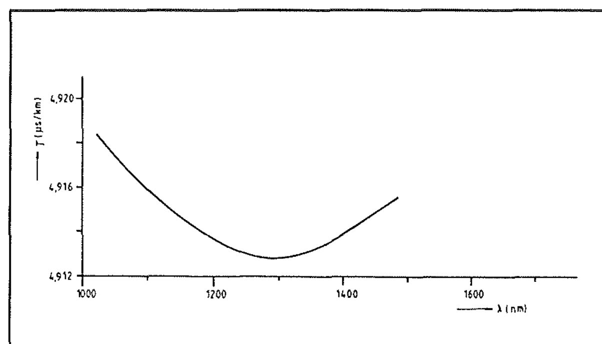


Figuur 3/20.6-7: Als gevolg van de verschillende weglengtes van de individuele lichtstralen wordt een scherpe lichtpuls steeds breder, naarmate de lengte van de kabel toeneemt.

De chromatische dispersie en de chromatische vervorming

De voortplantingssnelheid van licht door een stof hangt niet alleen af van de reeds genoemde optische dichtheid, maar ook van de golflengte λ van het licht.

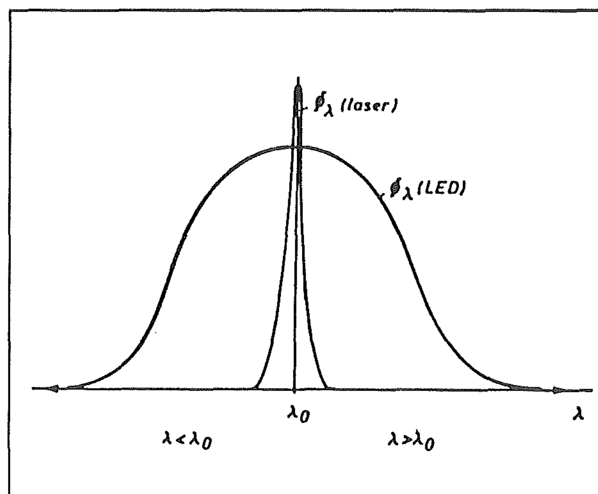
20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-8: De looptijd van licht door kwarts in functie van de golflengte van het licht.

Men kan deze eigenschap voorstellen in een grafiek, waarin de looptijd van het licht door het medium, uitgedrukt in µs/km, wordt uitgezet in functie van de golflengte van het licht.
Voor kwarts is deze grafiek voorgesteld in figuur 3/20.6-8.

Dit verschijnsel noemt men de "chromatische dispersie" van een glasvezel.
Nu zou deze eigenschap niet voor problemen hoeven te zorgen als men de beschikking had over een lichtbron die licht van één welbepaalde golflengte, zogenoemd monochromatisch licht, uitstraalt. Maar een dergelijke lichtbron bestaat niet! Zelfs een LASER, waarvan wordt gezegd dat deze monochromatisch is, voldoet niet geheel en al aan deze eigenschap. Het door een LASER uitgezonden licht heeft een bepaalde golflengtespectrum, hetgeen betekent dat het uitgezonden licht uit stralen met verschillende golflengten bestaat. Toegegeven, vergeleken met het licht dat door een LED wordt uitgezonden, heeft een LASER een bijzonder smal spectrum. Vergelijk maar eens de golflengtespectra van een LASER en een LED, die beide een piek hebben bij de golflengte λ_0 (figuur 3/20.6-9)!



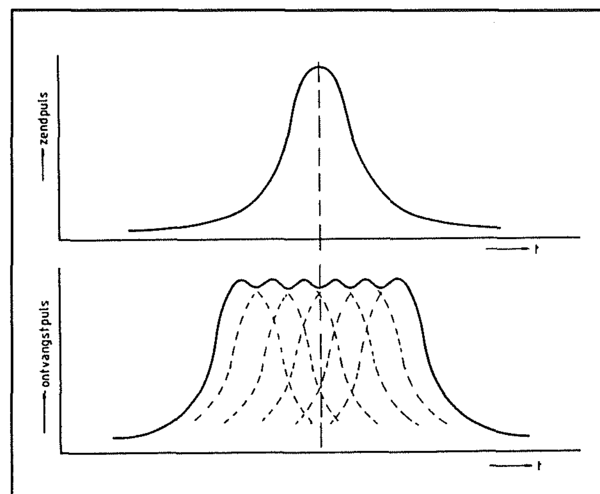
Figuur 3/20.6-9: Vergelijking van de spectra van een LASER en een LED met identieke maximale golflengte λ_0.

Maar hoe dan ook, het licht van een LASER in niet monochromatisch en het gevolg is dat een LASER-puls, die in een glasvezel wordt gestuurd, in de vezel wordt verstrooid in functie van de tijd. De puls bestaat immers uit lichtstralen met allemaal iets verschillende golflengtes en door de chromatische dispersie zal de ene golflengte zich iets sneller door de glasvezel voortplanten dan de andere golflengtes. Er ontstaan als gevolg van deze eigenschap looptijdverschillen, die zich ook nu uiten door een vervorming van het signaal. Deze vervorming noemt men de "chromatische vervorming" en het ontstaan daarvan wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.6-10.

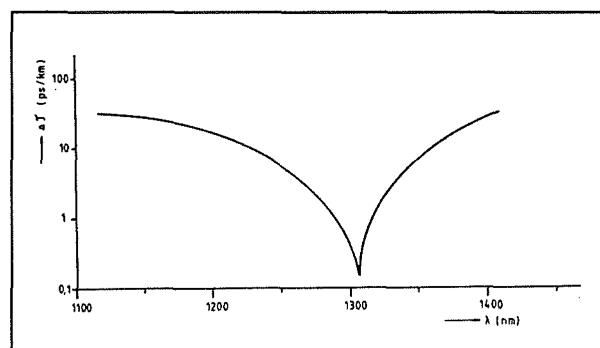
In deze figuur is één pulsje getekend dat door de glasvezel wordt gestuurd. Maar dit pulsje bestaat in feite uit een aantal deelpulsjes, die ieder een iets afwijkende golflengte hebben.
Het gevolg van de chromatische dispersie is dat al deze pulsjes zich met een iets afwijkende snelheid door de glasvezel

voortplanten en dus iets ten opzichte van elkaar vertraagd aan het einde van de vezel aankomen.
De totale breedte van de puls neemt dus toe.

Het zal duidelijk zijn dat de chromatische vervorming toeneemt als de kabel langer is. Hoe langer de kabel, hoe meer looptijdverschillen er tussen de verschillende golflengtes zullen optreden. Het effect van de chromatische dispersie is dus uit te drukken door de vertraging in picoseconde per kilometer kabellengte uit te zetten in functie van de golflengte van de straling. Een dergelijke grafiek is getekend in figuur 3/20.6-11.



Figuur 3/20.6-10: Het ontstaan van chromatische vervorming door de verschillende looptijden van lichtgolven met verschillende golflengtes.



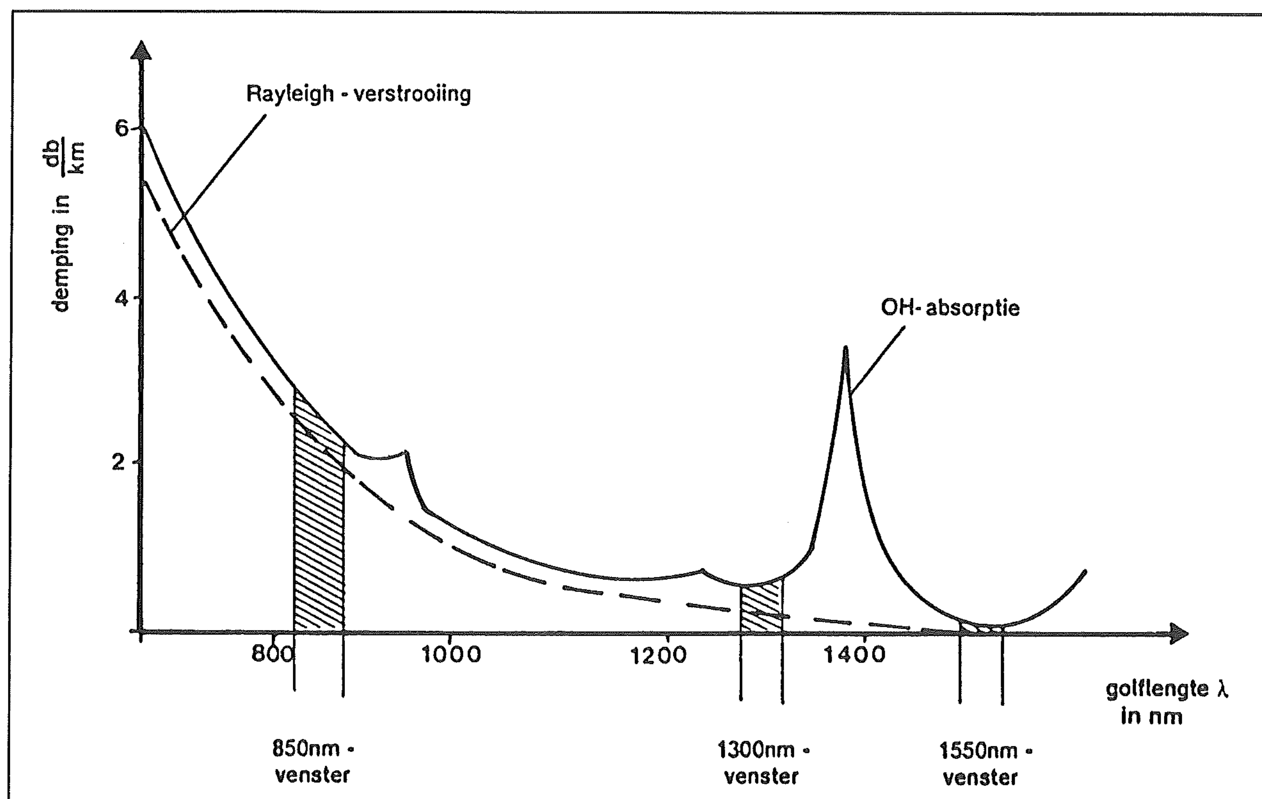
Figuur 3/20.6-11: Het effect van de chromatische dispersie wordt uitgedrukt in ps/km vertraging.

De demping van een glasvezel
Een koperen geleider heeft een bepaalde soortelijke weerstand, die tot gevolg heeft dat een deel van de elektrische energie die door de geleider vloeit verloren gaat onder de vorm van warmte. Ook bij een glasvezel is een dergelijk verschijnsel bekend.
De kern absorbeert en verstrooit een gedeelte van de lichtenergie, hetgeen uitgedrukt kan worden in een verlies of demping.
Als eenheid van deze demping gebruikt men de dB/km.
Deze demping is echter alles behalve een lineaire grootheid en verloopt zeer grillig. Kijk maar naar de grafiek van figuur 3/20.6-12, waarin de demping, uitgedrukt in dB/km, is uitgezet in functie van de golflengte van het licht.

Dit vreemdsoortige verloop van de demping van een glasvezel wordt veroorzaakt door twee factoren:
- moleculaire absorbtie;
- Rayleigh verstrooiing.

Moleculaire absorbtie wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van negatief geladen OH-ionen in het materiaal van de vezel.
Deze zogenoemde water-ionen zullen voornamelijk straling van bepaalde golflengtes erg absorberen, hetgeen zich uit in de aanwezigheid van een aantal sterkte dempingspieken.

20.6 Glasvezel verbindingen

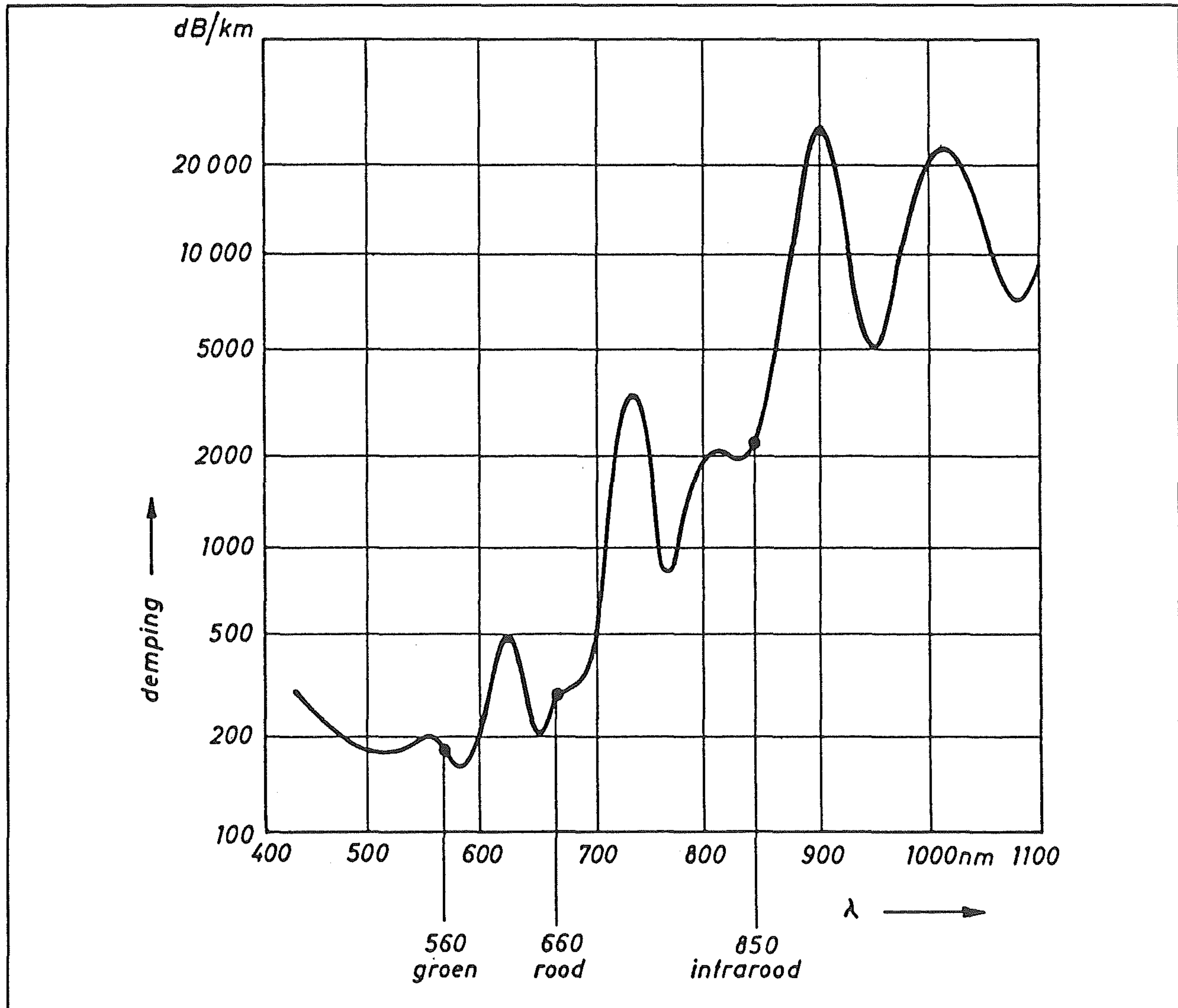


Figuur 3/20.6-12: De demping van een glasvezel in functie van de golflengte van het licht.

Deze pieken noemt men de "OH-absorbtie". Bij een glasvezel uit kwarts liggen deze pieken bij golflengten van 940, 1.240 en 1.390 nm. Het zal duidelijk zijn dat deze pieken geminimaliseerd kunnen worden door de glasvezel uit zeer zuivere grondstoffen te vervaardigen. Maar helemaal weg gaan deze pieken nooit! Vooral de piek bij 1.390 nm is zeer hoog.
Het gevolg van deze moleculaire absorbtie is dat men geen licht van gelijk welke golflengte kan gebruiken om de vezel aan te stralen. Het zal duidelijk zijn dat het onzin zou zijn om een lichtbron toe te passen, die licht uitstraalt met een golflengte van ongeveer 1.400 nm. Het grootste gedeelte van de lichtenergie zou geabsorbeerd worden door de laatste waterpiek.

Rayleigh verstrooiing ontstaat door afwijkingen in de homogeniteit van het materiaal. Deze uiten zich als zeer plaatselijke variaties van de waarde van de brekingsindex. Het zal duidelijk zijn dat men ook deze demping kan minimaliseren door veel zorg te besteden aan het trekken van de vezel uit de grondstof. Maar er bestaat uiteraard een onderste grens aan het verbeteren van de homogeniteit van de vezel. Deze grens ligt bij verschillen in de materiaaldichtheid die in de grootte-orde van de golflengte van het licht liggen. Deze kan men, zelfs met de meest verfijnde productietechnieken, niet onder controle krijgen.
Deze theoretische onderste grens aan de homogeniteit van het materiaal veroorzaakt de Rayleigh verstrooiing.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-13: De demping van een kunststof vezel.

Zoals uit de grafiek blijkt, neemt de demping die daarvan het gevolg is exponentieel af in functie van de golflengte. Bij een golflengte van 1.550 nm bedraagt de Rayleigh-demping nog slechts 0,14 dB/km.

De vensters van een glasvezel

Uit de dempingsgrafiek van een glasvezel uit kwarts blijkt dat er drie gebieden zijn, waar de demping minimaal is.
Dit worden de "vensters" van de glasvezel genoemd.

Deze vensters liggen bij golflengte rond 850 nm, 1.300 nm en 1.550 nm. Het zal duidelijk zijn dat het bij de keuze van de lichtbron noodzakelijk is rekening te houden met deze vensters en men bij voorkeur een lichtbron selecteert die licht uitstraalt met een golflengte die in een van de vensters ligt.
De drie vensters bevinden zich in het infrarode golflengte-spectrum en het zal dus duidelijk zijn dat de lichtbronnen infrarood licht moeten uitstralen.

Kunststof vezels

Tot nu toe is altijd uitgegaan van glasvezels van kwarts. Er zijn inmiddels echter ook kunststof vezels op de markt verschenen, die voornamelijk gebruikt worden voor optische communicatie over kleine afstanden, zoals bij computernetwerken in bedrijven. Deze vezels hebben totaal andere dempingskarakteristieken. Een typisch voorbeeld is getekend in figuur 3/20.6-13.

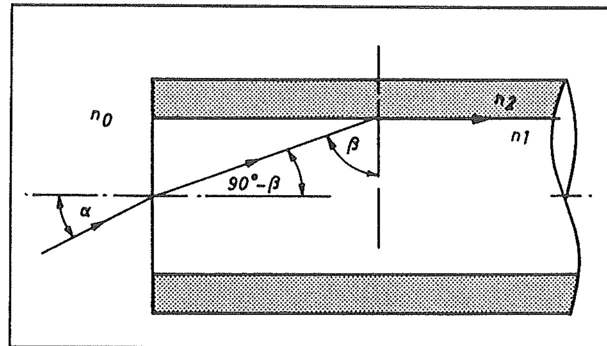
De vensters bevinden zich hier bij 560 nm en bij 660 nm, dus in het zichtbare gedeelte van het lichtspectrum. Vandaar dat dit soort vezels vaak met gewone groene en rode LED's worden bestraald. Maar omdat infrarode LED's een hoger rendement hebben, werkt men bij deze vezels toch ook met infrarode LED's met een golflengte van 850 nm.

De numerieke appertuur en de acceptatie-kegel

Een volgende belangrijke eigenschap van een glasvezel is de zogenoemde "numerieke appertuur", afgekort tot NA. De NA is gelijk aan de sinus van de maximale instralingshoek in de vezel, waarbij nog volledige reflectie optreedt. Een en ander wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 3/20.6-14.

In deze figuur is een lichtstraal getekend, die binnen valt onder een hoek α. Het gevolg is dat deze straal de scheiding tussen core en cladding onder een hoek β treft. Dit is de kritische hoek, waar nog zo goed als volledige reflectie gegarandeerd wordt.

Wil de koppeling tussen lichtbron en glasvezel een zo hoog mogelijk rendement hebben, dan zullen alle uitgezonden lichtstralen binnen een kegel moeten vallen, die ten opzichte van de lengterichting van de vezel een hoek heeft van +α tot -α Deze instralingskegel noemt men de "acceptatie-kegel" van de glasvezel.



Figuur 3/20.6-14: De eigenschap "numerieke appertuur" wordt toegelicht aan de hand van deze tekening.

Om de waarde van deze acceptatie-hoek α vast te leggen wordt gebruik gemaakt van het begrip numerieke appertuur. Een NA van 0,2 heeft een acceptatie-hoek van 12° tot gevolg. De acceptatie-kegel heeft dan uiteraard een tophoek van 24°.
In het algemeen wordt gebruik gemaakt van een heel klein lensje, opgesteld tussen de lichtbron en de kern van de vezel. Dit lensje bundelt de uitgezonden lichtstralen zodanig, dat een zo groot mogelijk deel ervan binnen de acceptatie-kegel valt.

De numerieke appertuur is afhankelijk van het verschil in brekingsindex tussen het materiaal van de core en het materiaal van de cladding.
In formulevorm:

$$\sin \alpha = 1/n_0 \cdot \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$$

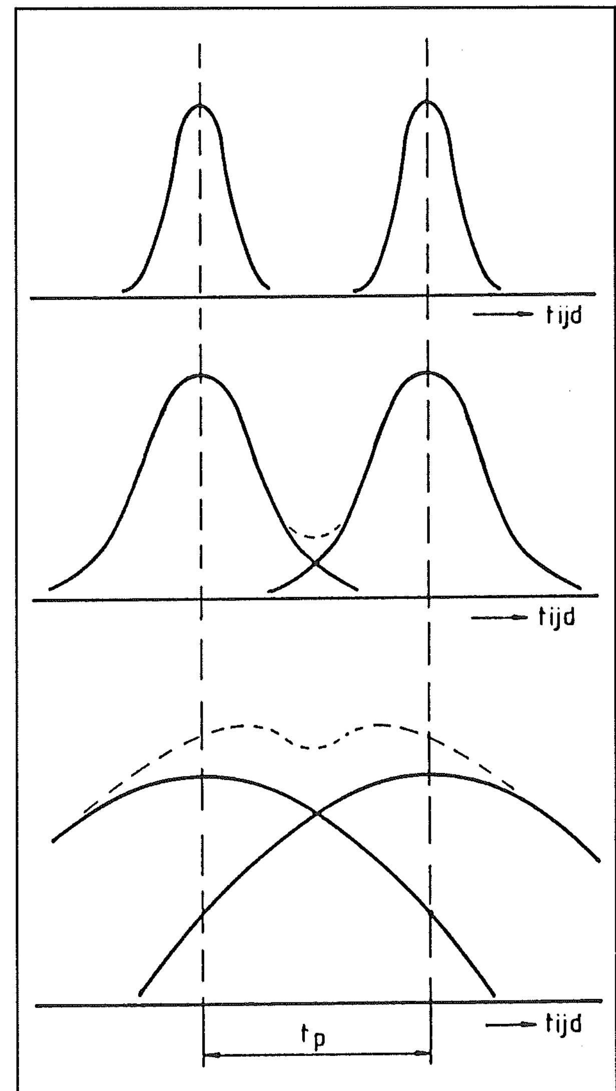
De numerieke appertuur van de meeste glasvezels ligt tussen 0,1 en 0,4. Voor

kunststof vezels gelden waarden voor NA tussen 0,3 en 0,5.

De transmissiesnelheid
Met de transmissiesnelheid wordt de hoeveelheid gegevens gedefinieerd, die per tijdseenheid door een glasvezelkabel kan worden gestuurd. Het zal duidelijk zijn dat deze grootheid voor een belangrijk deel wordt bepaald door de twee dispersies van het gebruikte materiaal.
Maar daarnaast speelt ook de kwaliteit van de lichtbron een rol. Hoe beter deze lichtbron het ideaal van een monochromatische straler benaderd, hoe minder chromatische dispersie er in de vezel optreedt en hoe groter de transmissiesnelheid zal zijn.

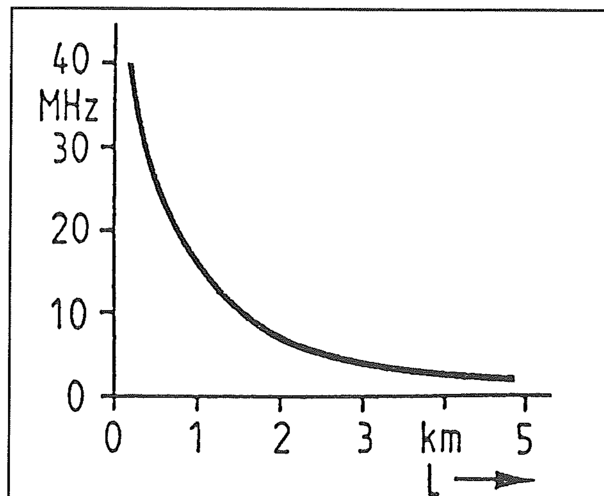
De bandbreedte
Een vertrouwd begrip uit de communicatie via koperen geleiders is "bandbreedte". De bandbreedte zegt bijna alles over de transportkwaliteit van een koperen kabel. Het zou derhalve handig zijn ook voor een glasvezel een begrip bandbreedte te definiëren.
Maar dit gaat niet zo eenvoudig!
Bij glasvezels speelt de lengte van de vezel een belangrijke rol. Hoe langer de kabel, hoe kleiner de bandbreedte en dit vanwege de genoemde dispersie-verschijnselen. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.6-15.

In de bovenste grafiek zijn twee pulsen getekend, die vlak na elkaar door de lichtbron in de glasvezel worden gestraald. Deze twee pulsen planten zich voort door de vezel, maar door de reeds verklaarde dispersie-verschijnselen zullen de pulsen steeds breder worden.
Na een bepaalde afstand zijn de pulsen zo zeer verbreed dat zij niet meer als afzonderlijke impulsen te onderscheiden zijn, maar één brede puls met twee toppen vormen.



Figuur 3/20.6-15: De invloed van de lengte van de kabel op de bandbreedte.

Vandaar dat men de bandbreedte bij glasvezel communicatie niet kan loskoppelen van de kabellengte. De eenheid van bandbreedte bij glasvezels is dus niet MHz, maar MHz.km. Deze grootheid geeft aan dat een kabel met een lengte van 1 km een bandbreedte heeft van x MHz.



Figuur 3/20.6-16: Een voorbeeld van de bandbreedte-definitie van glasvezels.

In figuur 3/20.6-16 wordt dit toegelicht aan de hand van een voorbeeld. In de grafiek is de bandbreedte in afhankelijkheid van de vezellengte getekend voor een glasvezel, die een bandbreedte heeft van 25 MHz.km. Hieruit blijkt dat de vezellengte een enorm grote invloed heeft op de bandbreedte. Reeds na 5 km is de reële bandbreedte van deze vezel terug gevallen tot minder dan 2 MHz.

Soorten glasvezelkabels

Inleiding

In de afgelopen tien jaar zijn drie verschillende soorten glasvezelkabels ontwikkeld. Deze verschillen onderling in de manier waarop de core en de cladding zijn samengesteld.
Deze drie soorten worden genoemd:
- de multimodus step index kabel;
- de multimodus gradiënt kabel;
- de monomodus step index kabel.

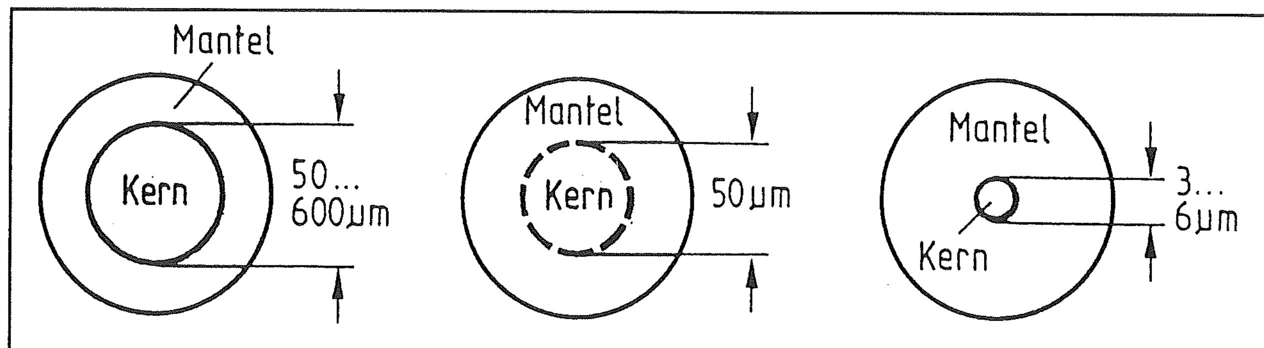
Zoals de namen reeds doen vermoeden hebben de onderlinge verschillen voornamelijk te maken met het aantal modi dat wordt toegestaan. Oftewel, met de hoeveelheid verschillende paden, die de lichtstralen door de vezels kunnen volgen.
De voornaamste verschillen tussen de drie soorten vezels zijn samengevat in figuur 3/20.6-17.

De multimodus step index kabel, links getekend, bestaat uit een vrij dikke kern met een dunne mantel eromheen. De lichtstralen hebben dus vele paden of modi om zich door de kabel voort te planten. De multimodus gradiënt kabel, getekend in het midden, heeft een kern van ongeveer 50 μm diameter met een dunne mantel. Het verschil tussen deze kabel en de eerst besproken is dat er geen abrupte overgang is tussen kern en mantel. Er is geen sprake van twee duidelijk gedefinieerde brekingsindexen, deze van de kern en deze van de mantel. Er wordt een vrij geleidelijke overgang tussen kern en mantel gerealiseerd, vandaar dat deze overgang dan ook met een gestippelde lijn is aangegeven. De monomodus step index kabel, getekend in de rechter figuur, heeft een zeer dunne kern van 3 μm en een dikke mantel. Het zal duidelijk zijn dat de lichtstralen nu erg weinig paden ter beschikking hebben om door de kabel te gaan. Vandaar de naam "monomodus".
In de volgende paragrafen zal dieper worden ingegaan op de typische eigenschappen van deze drie soorten glasvezelkabels.

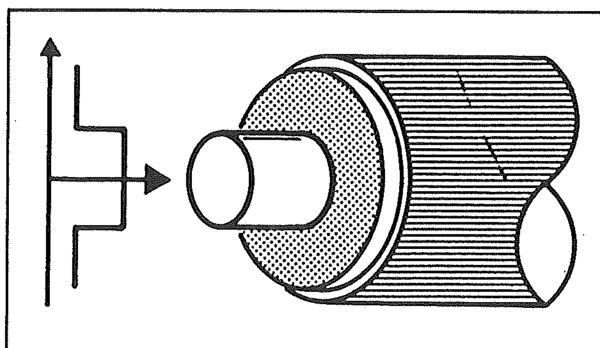
De multimodus step index kabel

De samenstelling van deze kabel is nog eens getekend in figuur 3/20.6-18. Naast de doorsnedetekening staat een grafiekje, dat het verloop van de brekingsindex aangeeft. Er bestaat een duidelijke stap in de brekingsindex, namelijk op het scheidingsvlak van kern en mantel. Vandaar de benaming "step index".

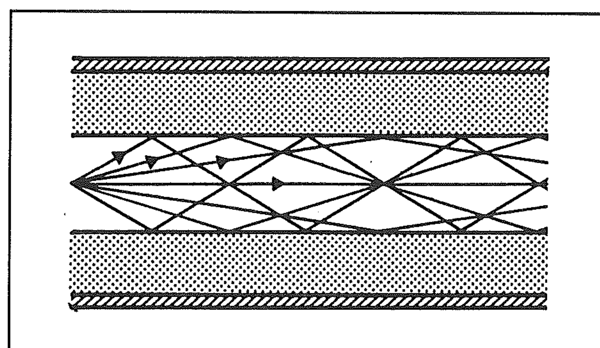
20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-17: De fundamentele verschillen tussen de drie soorten glasvezelkabels overzichtelijk samengevat.



Figuur 3/20.6-18: Doorsnede en verloop van de brekingsindex van een multimodus step index kabel.



Figuur 3/20.6-19: Het licht kan in een multimodus kabel diverse paden of modi volgen.

De core is relatief dik, tussen 50 en 200 µm en vandaar is deze kabel tamelijk eenvoudig te maken. Deze verscheen dan ook als eerste op de markt. De prijs van dit soort kabels is, vanwege de eenvoudige fabricage, laag.
Bovendien is het, vanwege de dikte van de core, vrij eenvoudig mogelijk om deze kabels aan elkaar te koppelen of het einde van de kabel te focusseren op de zender en de ontvanger, hetgeen nog eens een belangrijke kostenreductie met zich mee brengt.

Het grootste nadeel van deze kabel volgt uit figuur 3/20.6-19. Omdat de kern dik is, kan het licht zich via zeer vele paden of modi door de kabel voortplanten.
Met als gevolg grote dispersie-vervormingen door de looptijdverschillen in de kern. De bandbreedte van dit soort kabels is dan ook tamelijk beperkt!

De multimodus step index kabel wordt dan ook voornamelijk gebruikt voor het overbruggen van kleine afstanden, waarbij lage transmissiesnelheden worden toegepast. Deze kabels zijn bijvoorbeeld ideaal voor het realiseren van optisch gekoppelde computernetwerken in kleine kantoorgebouwen.

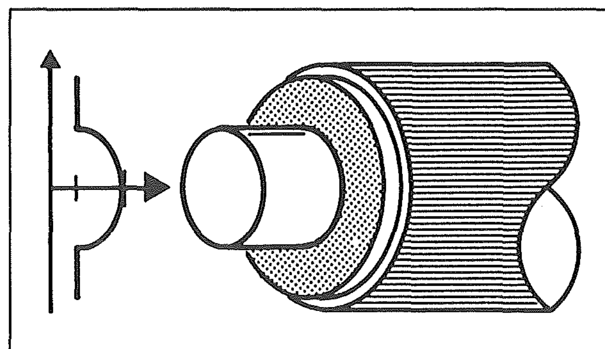
Een overzicht van de belangrijkste specificaties van de multimodus step index kabels:
- kerndiameter: 50 tot 600 µm;

- manteldiameter: kleiner dan 600 μm;
- bandbreedte: 10 tot 100 MHz.km;
- brekingsindex kern (n_1): 1,46;
- brekingsindex mantel: 0,96 . n_1;
- numerieke apertuur: 0,2 tot 0,7;
- demping: 5 tot 30 dB/km;
- dispersie: 10 tot 100 ns/km.

De multimodus gradiënt kabel

Zoals uit figuur 3/20.6-20 blijkt, verschilt deze kabel alleen in het verloop van de brekingsindex van de multimodus step index kabel.

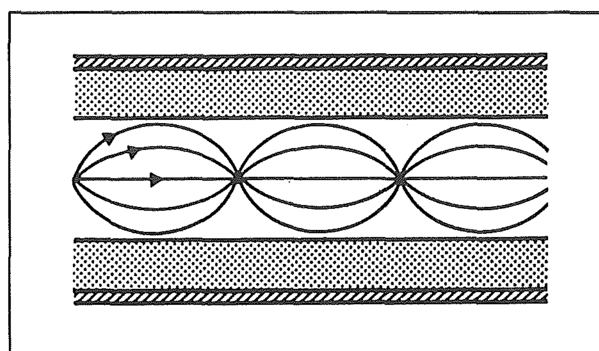
Er is nu geen sprake van een plotselinge overgang op het grensgebied tussen core en cladding, maar van een geleidelijke overgang. Men zou kunnen zeggen dat core en cladding min of meer in elkaar versmolten zijn.



Figuur 3/20.6-20: De brekingsindex van de multimodus gradiënt kabel verloopt geleidelijk.

Wat zijn hier nu de gevolgen van? Het zal duidelijk zijn dat de lichtstralen zich nu niet meer via rechtlijnige paden door de kabel kunnen voortplanten.

Door het graduele verloop van de brekingsindex zullen de paden min of meer sinusvormig verlopen, zoals getekend in figuur 3/20.6-21. Het zal duidelijk zijn dat het verschil in looptijd tussen de kortste weg en de langste weg nu veel kleiner is dan bij de step index kabel! De vervormingen onder invloed van looptijdverschillen zijn dus kleiner, met als rechtstreeks gevolg een veel grotere bandbreedte en een grotere transmissiesnelheid. Bovendien kunnen er langere afstanden mee worden gerealiseerd.



Figuur 3/20.6-21: Bij de multimodus gradiënt kabel verlopen de paden of modi min of meer sinusvormig.

De fabricage van de multimodus gradiënt kabel is iets ingewikkelder dan deze van de step index kabel. De prijs is dus hoger, maar dit weegt niet op tegen de veel betere specificaties van dit soort kabels.

Kijk maar eens naar onderstaande samenvatting en vergelijk deze met dezelfde specificaties van de step index kabel:

- kerndiameter: 50 tot 60 μm;
- manteldiameter: kleiner dan 100 tot 150 μm;
- bandbreedte: 200 tot 1.500 MHz.km;
- brekingsindex kern (n_1): 1,46;
- brekingsindex mantel: 0,99 . n_1;
- numerieke apertuur: 0,14 tot 0,25;
- demping: 3 tot 10 dB/km;
- dispersie: 1 tot 5 ns/km.

De monomodus step index kabel

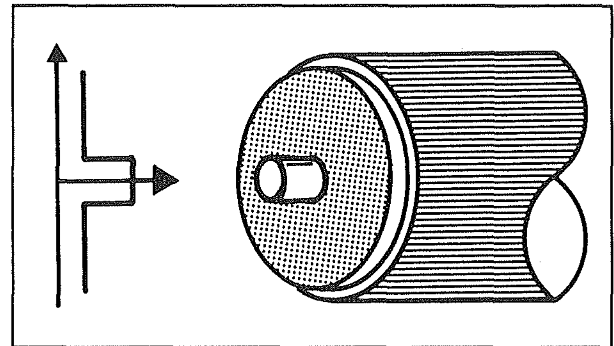
Het zal, na al het voorgaande, wel duidelijk zijn dat de diameter van de core een grote rol speelt bij de kwalitatieve eigen-

20.6 Glasvezel verbindingen

schappen van een glasvezelkabel. Hoe dunner de core, hoe minder modi het licht heeft om zich door de kabel voort te planten en hoe minder looptijdverschillen er ontstaan. Ideaal zou natuurlijk een kabel zijn waar er maar één modus is: die waarbij het licht zich alleen in de lengte-as van de vezel kan voortplanten. Er ontstaan dan helemaal geen looptijdverschillen, met als gevolg dat men geweldige bandbreedtes mag verwachten.
Hoe dik zou de core van een dergelijke ideale glasvezel moeten zijn? Het valt, ook zonder ingewikkelde fysica, wel zonder meer aan te nemen dat deze ideale situatie zich voordoet als de diameter van de kern gelijk is aan de golflengte van het licht...
Nu ligt de gebruikte golflengte van het licht, zoals ondertussen bekend, tussen 800 en 1.600 nm. Omgerekend naar de schaal waarin men de diameter van glasvezels meet komt dit dus overeen met diameters tussen 0,8 en 1,6 µm! Minder dan een duizendste millimeter!

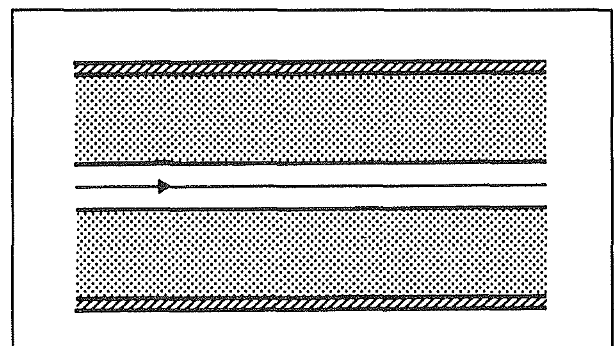
Het zal duidelijk zijn dat het fabriceren van een glasvezel met een kern die dunner is dan de geleidende sporen in een IC geen sinecure is. Bovendien wordt het dan natuurlijk heel problematisch om kabels aan elkaar te bevestigen. De minste of geringste afwijking in de positie van beide kernen heeft tot gevolg dat de kernen niet meer in elkaars verlengde liggen en de kabel zichzelf volledig blokkeert voor het geleiden van licht.
Ondanks de immense problemen die opdoemen bij de fabricage, de aanleg en het onderhoud van dergelijke dunne vezels zijn de meeste landelijke PPT's begonnen met het aanleggen van glasvezelnetten met als basis monomodus step index kabels!

Nu moet daarbij wél aangetekend worden dat men er nog niet in slaagt echte golflengte-dunne vezels te fabriceren. Maar men komt, met diameters van 3 µm, al aardig in de buurt!



Figuur 3/20.6-22: De samenstelling van een monomodus step index kabel.

De samenstelling van een monomodus step index kabel is getekend in figuur 3/20.6-22. Duidelijk blijkt dat ook nu de brekingsindex stapvormig verloopt op het scheidingsoppervlak van core en cladding.
De lichttransmissie van een dergelijke kabel is getekend in figuur 3/20.6-23.



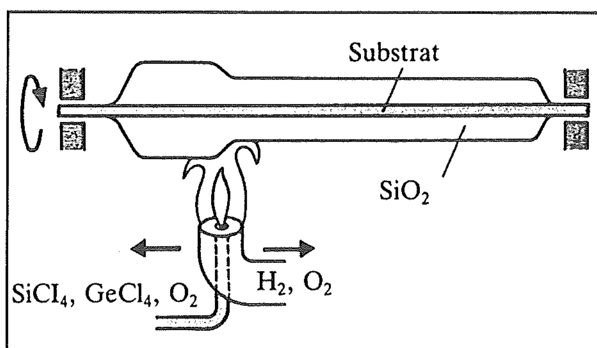
Figuur 3/20.6-23: De lichttransmissie door een monomodus step index vezel.

Een samenvatting van de belangrijkste specificaties van monomodus step index kabels:

- kerndiameter: 3 tot 6 μm;
- manteldiameter: 40 tot 60 μm;
- bandbreedte: 10.000 tot 50.000 MHz.km;
- brekingsindex kern (n_1): 1,46;
- brekingsindex mantel: 0,995 . n_1;
- numerieke apertuur: 0,09 tot 0,1;
- demping: 2 tot 5 dB/km;
- dispersie: 0,000.1 ns/km.

De fabricage van glasvezels

Voor de drie soorten glasvezels worden zeer uiteenlopende fabricagetechnieken toegepast. Multimodus step index vezels worden in de meeste gevallen gemaakt volgens de zogenoemde staaf/buismethode. Een staaf kwartsglas wordt in een kwartsbuis gestoken, die een lagere brekingsindex heeft. Het geheel wordt plaatselijk verhit tot boven het weekpunt. Nadien wordt uit de weke massa een vezel met de gewenste diameter getrokken. Het kritische punt bij deze methode is het niet mogen samensmelten van de twee kwartssoorten, want dit bepaalt het ontstaan van de stap in de brekingsindex-curve.
Dit procédé is samengevat in figuur 3/20.6-24.



Figuur 3/20.6-24: De fabricage van een multimodus step index vezel.

Gradiënt vezels worden in het algemeen vervaardigd volgens een opdampprocédé. Uitgangspunt is een dunne glazen buis, die de cladding zal vormen. In deze buis worden achtereenvolgens verschillend samengestelde siliciumgassen $SiCl_4$ gespoten. Door dit gas te doteren met bijvoorbeeld germanium wordt de brekingsindex groter.
Doteert men met fluor of borium, dan wordt de brekingsindex lager.
De gassen condenseren laagsgewijs op de binnenzijde van de buis. Nadien wordt de buis verhit tot boven het vloeipunt en tot de gewenste diameter getrokken. Door dit trekprocédé vermengen de verschillende opgedampte lagen zich, waardoor het vloeiend verloop van de brekingsindex ontstaat. Dit procédé is schetsmatig voorgesteld in figuur 3/20.6-25.

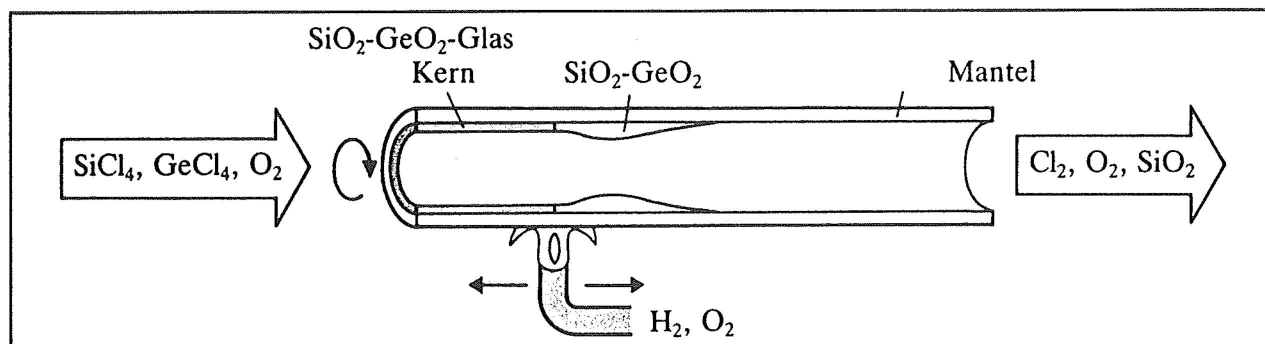
Monomodus vezels worden meestal volgens de "dubbele kroes"-methode getrokken. Twee zeer zuivere kwartssoorten met verschillende brekingsindex worden in twee concentrisch opgestelde kroezen gesmolten. Beide kroezen zijn voorzien van een uitloopopening met de gewenste diameters voor core en cladding.

Nadat de eigenlijke vezels klaar zijn, worden zij voorzien van een of meerdere lagen polyester. Dit polyester zorgt voor de eerste mechanische bescherming van de vezels en sluit de vezel bovendien licht- en luchtdicht af.
Op deze manier kan er geen water tot de vezel doordringen. Zeer belangrijk, omdat water dat door de vezel zou worden opgenomen de dempingskarakteristieken nadelig beïnvloedt.

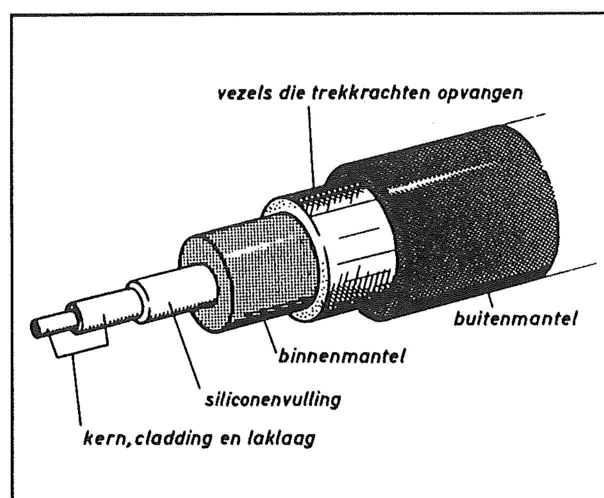
Afwerking van de vezels

De vezel is nu weliswaar klaar en beschermd tegen primaire beschadigingen, maar nog veel te dun om praktisch bruikbaar te zijn.

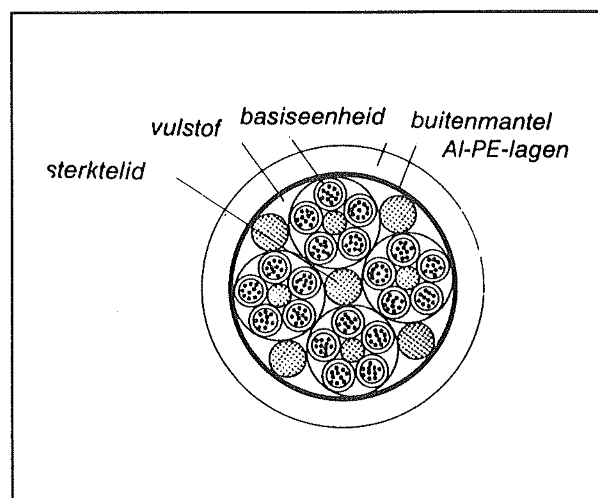
20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-25: De fabricage van gradiënt vezels volgens het opdampprocédé.



Figuur 3/20.6-26: De standaard afwerking van een glasvezelkabel met één ader.



Figuur 3/20.6-27: Een kabel met 200 glasvezels, samengesteld uit twintig eenheden die ieder tien vezels bevatten.

Vandaar dat er nu nog diverse lagen worden aangebracht, die als voornaamste taak hebben de vezel praktisch manipuleerbaar te maken. Een veel toegepaste afwerking is geschetst in figuur 3/20.6-26.

Over de laklaag wordt een siliconenvulling aangebracht, die wordt afgewerkt met een binnenmantel en een vezellaag, die tot taak heeft de trekkrachten die op de vezel zouden kunnen worden uitgeoefend op te vangen.
Nadien volgt nog een kunststof buitenmantel.

In de meeste gevallen worden de enkelvoudige aders gebundeld tot meeraderige kabels. In figuur 3/20.6-27 is een opbouw geschetst, waarbij in één kabel zo'n 200 individuele vezels worden ondergebracht. Uiteraard zijn de variaties op dit gebied eindeloos.
Zo worden ook samengestelde kabels gefabriceerd waarin, naast vele honderden glasvezel aders ook nog eens traditionele koperen aders verwerkt zijn.

De LED als licht-modulator

Inleiding

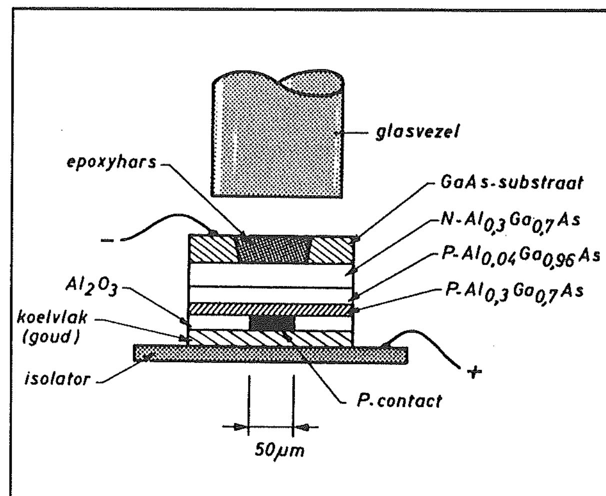
De lichtbron die wordt gebruikt om de elektronische informatie om te zetten in een gemoduleerd lichtsignaal kan zowel een LED zijn als een LASER-diode (LASERD).

LED's hebben het grote voordeel dat zij goedkoop te fabriceren zijn, een veel langere levensduur hebben dan LASERD's en zeer lineair te moduleren zijn. Dat wil zeggen dat het verband tussen het uitgezonden optische vermogen en de stroom door de LED lineair verloopt, zodat men met een LED niet alleen digitaal kan moduleren, maar ook analoog. LED's hebben echter één groot nadeel en dat is dat zij een veel breder golflengtespectrum hebben dan een LASERD. Het gevolg is dat er grote looptijdverschillen in de glasvezel ontstaan, met alle beperkingen wat betreft bandbreedte die dit verschijnsel met zich meebrengt.

Een LED als modulator

Bij het selecteren van het materiaal waaruit de LED wordt samengesteld moet men uiteraard rekening houden met de golflengten van de vensters in de dempingskarakteristiek van de glasvezel.

Gewoon galliumarsenide (GaAs) LED's hebben een specifieke golflengte van ongeveer 900 nm en liggen dus gevaarlijk dicht bij de eerste piek van de OH-absorbtie. Vandaar gebruikt men meestal speciale legeringen met GaAsInS die, afhankelijk van de onderlinge doteringen, stralen in het gebied tussen 780 en 900 nm. Men kan dan gebruik maken van het eerste venster (850 nm) van de dempingskarakteristiek. Door als basismateriaal GaIn te nemen, ontstaan LED's die stralen in het tweede venster van 1.300 nm.



Figuur 3/20.6-29: Typische samenstelling van een LED met een golflengte van 850 nm.

In figuur 3/20.6-29 is als voorbeeld de opbouw getekend van een LED die een specifieke golflengte heeft van 850 nm. De actieve zône is het P-laagje $Al_{0,04}Ga_{0,96}As$ en dit heeft een dikte van slechts 0,2 tot 1 µm!

Algemene eigenschappen van LED's

Zoals reeds gezegd hebben LED's een aantal zeer gunstige eigenschappen.

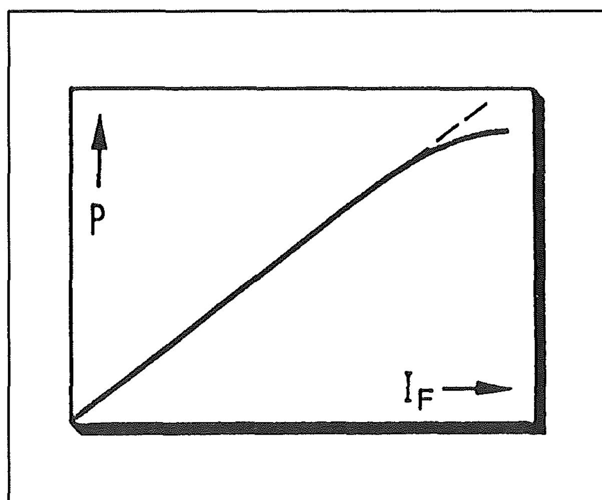
Zo is het mogelijk bij een LED-stroom van 100 mA een optisch vermogen van 25 µW in de glasvezel te pompen. Dit lijkt weinig, maar gelet op de minieme dikte van de glasvezel geeft dit toch een behoorlijk grote vermogensdichtheid!

De gemiddelde levensduur van een LED bedraagt 1.000.000.000 uur, als men het onderdeel niet overbelast.

20.6 Glasvezel verbindingen

Een derde groot voordeel van een LED is dat de stroom die door het onderdeel vloeit in hoge mate onafhankelijk is van de temperatuur. Bij LASERD's is dat heel anders en het is bij die onderdelen zelfs noodzakelijk om de stroom met behulp van vrij uitgebreide schakelingen te stabiliseren.

Het verband tussen het uitgestraalde optische vermogen en de LED-stroom verloopt over ongeveer 80 % van het toelaatbare stroomgebied zeer lineair. Deze belangrijke grafiek van een LED is getekend in figuur 3/20.6-30.



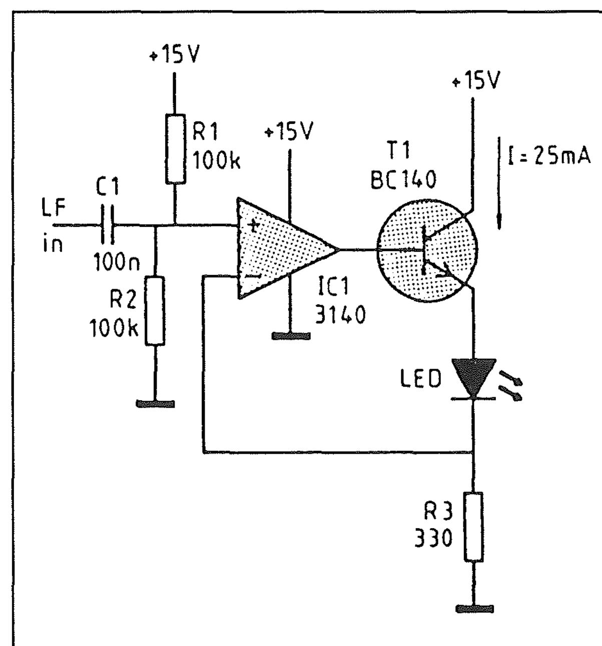
Figuur 3/20.6-30: Het verband tussen de stroom door een LED en het uitgestraalde optische vermogen.

Dat heeft als belangrijk gevolg dat de lichtstraal analoog te moduleren is, zonder dat er signaalvervorming optreedt. Met een LED kan men dus heel gemakkelijk analoge elektronische signalen omzetten in analoog gemoduleerde lichtenergie. Deze lichtenergie plant zich voort door de glasvezel en kan aan de ontvangerkant weer omgezet worden in een analoog elektrisch signaal. Op deze manier bespaart men dure analoog naar digitaal omzetters aan de zenderkant en digitaal naar analoog omzetters aan de ontvangerkant.

LED's schakelen in principe zeer snel in en uit, zodat smalle stroompulsen smalle lichtpulsen tot gevolg hebben. Men kan zonder veel problemen digitale signaalmodulatie toepassen tot een frequentie van ongeveer 150 MHz. De grote bandbreedte van bijvoorbeeld een gradiënt vezel kan zodoende volledig benut worden.

Het analoog moduleren van het optische vermogen

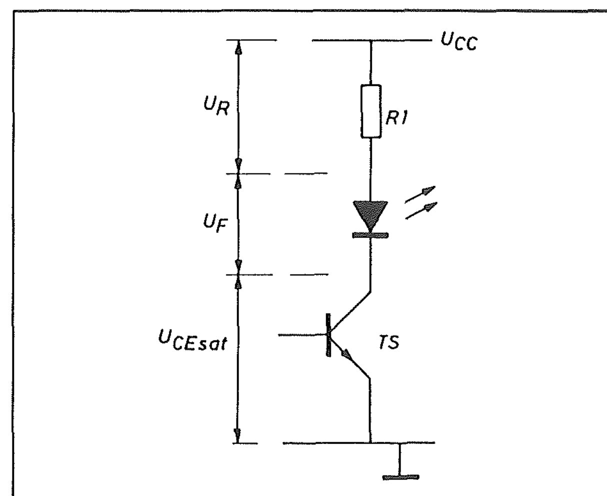
LED's hebben als groot voordeel dat het met zeer eenvoudige schakelingen mogelijk is het optische vermogen zowel analoog als digitaal te moduleren. In deze paragraaf zal een praktisch bruikbare analoge schakeling behandeld worden.



Figuur 3/20.6-31: Een eenvoudige analoge modulator met een LED.

In figuur 3/20.6-31 is een eenvoudige schakeling getekend, waarmee men de stroom door een LED en dus ook het uitgestraalde optische vermogen analoog kan moduleren. De operationele versterker is geschakeld als spanningsgestuurde stroombron. De schakeling vergelijkt de spanningsval over de weerstand R3 met de spanning op de niet-inverterende ingang en stuurt de transistor T1 zover in geleiding, dat beide spanningen aan elkaar gelijk zijn. Zonder signaal aan de ingang staat de niet-inverterende ingang door middel van de spanningsdeler R1/R2 ingesteld op een gelijkspanning van +7,5 V. De op-amp streeft naar gelijke spanningen op beide ingangen. Ook de spanning op de inverterende ingang zal dus gelijk worden aan +7,5 V. Deze spanning staat over de weerstand R3. Men kan dus berekenen dat er door die weerstand een stroom vloeit van 25 mA. De weerstand R3 staat in serie met de LED. Ook dit onderdeel wordt door een stroom van 25 mA doorlopen.
Als nu op de ingang een analoge spanning wordt aangelegd, dan zal deze wisselspanning via de scheidingscondensator C1 gesuperponeerd worden op de instelspanning van +7,5 V. De spanning op de niet-inverterende ingang gaat rond het instelniveau schommelen. De spanning op de inverterende ingang volgt deze schommelingen en dat gebeurt ook met de stroom door de LED en de weerstand R3.

Dit systeem werkt ideaal, maar toch zal men in de praktijk niet vaak analoge modulatie aantreffen. Het probleem zit namelijk aan de ontvangerzijde. Fotogevoelige dioden, die de gemoduleerde lichtstraal weer omzetten in een spanning, werken altijd in sper. Het invallende licht doorbreekt de sperlaag, waardoor een grote lekstroom door de diode gaat vloeien. Deze stroom wordt omgezet in een spanning. Het nadeel van dit systeem is dat de dioden een tamelijk hoge eigen ruis produceren. De sperlaag zal namelijk ook doorbroken worden onder invloed van de temperatuur en onder invloed van kosmische straling. Het gevolg is dat het herwonnen analoge signaal verontreinigd wordt door een hoge ruis, waardoor de signaal/ruis-afstand van het volledige systeem tamelijk slecht wordt. Digitale systemen hebben uiteraard geen last van dit verschijnsel.
Een tweede voordeel van digitale transmissie is dat er geen ruststroom door de LED moet vloeien. Men kan moduleren met korte piekstromen en deze kunnen zonder problemen opgevoerd worden tot meer dan 1 A. De gemiddelde stroom door de LED zal dan toch niet boven de maximaal toegestane waarde stijgen. Men kan dus een groter optisch vermogen in de glasvezel injecteren, met als gevolg dat de te overbruggen afstand zonder extra versterking toeneemt.



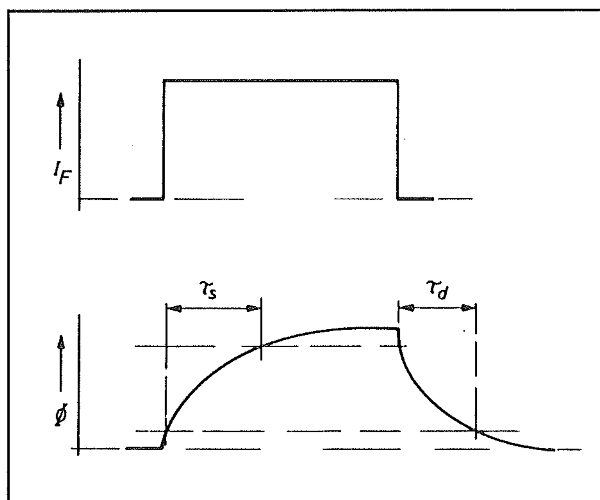
Figuur 3/20.6-32: Het basisschema voor het digitaal moduleren van een LED.

Het digitaal moduleren van het optische vermogen

Het basisprincipe voor het digitaal moduleren van een LED is getekend in figuur 3/20.6-32. De LED staat in serie met een stroombeperkende weerstand geschakeld in de collector van een transistor. Deze halfgeleider wordt of in sper of in verzadiging gestuurd. In het laatste geval wordt de stroom door de LED gegeven door de uitdrukking:

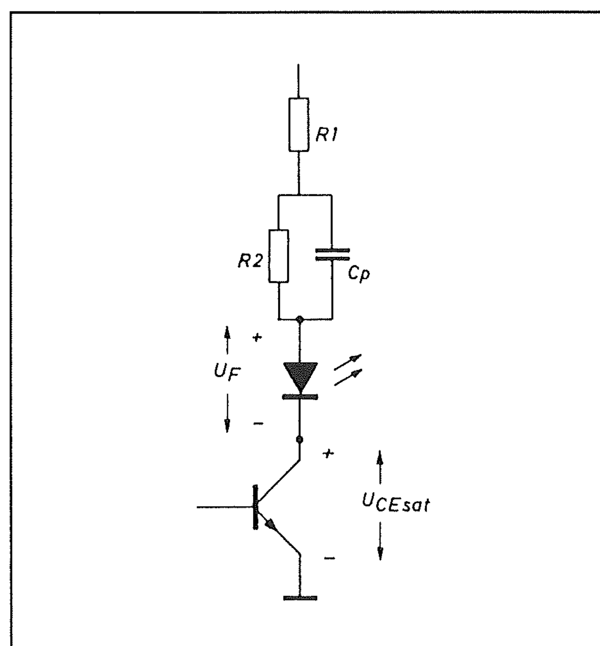
$$I_f = (U_{cc} - U_f - U_{CEsat}) / R1$$

waarin:
- U_{cc} de voedingsspanning is;
- U_f de geleidingsspanning van de LED voorstelt;
- U_{CEsat} de verzadigingsspanning is, die over de verzadigde transistor blijft staan.



Figuur 3/20.6-33: Het verband tussen de stroom door de LED en de uitgezonden optische energie.

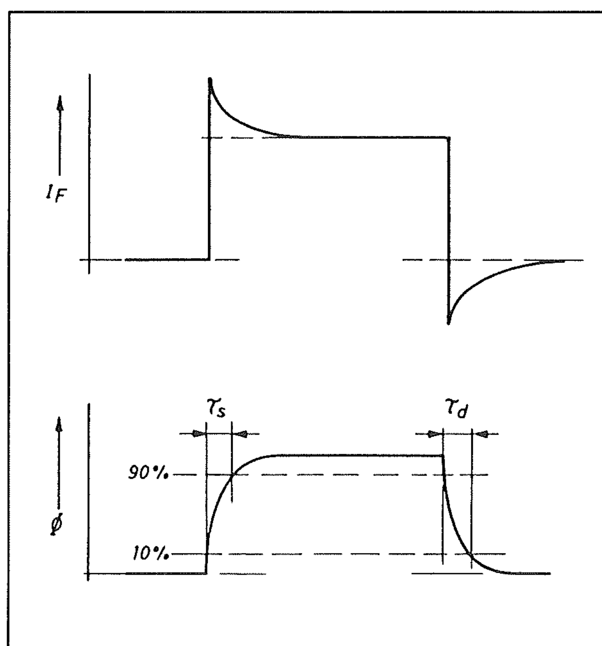
In de grafieken van figuur 3/20.6-33 is het verband getekend tussen het verloop van de stroom door de LED en de uitgestraalde optische energie. Hieruit blijkt dat er een vervorming en vertraging optreedt, voornamelijk het gevolg van de niet oneindig kleine stijg- en daaltijden van de LED. Dit is vervelend, want daardoor neemt het aantal pulsen dat per seconde in de glasvezel kan worden geïnjecteerd af.



Figuur 3/20.6-34: Met deze schakeling kunnen de optische stijg- en daaltijden geminimaliseerd worden.

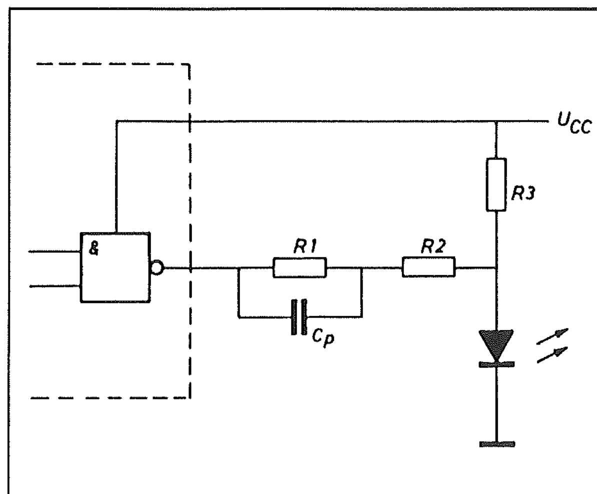
Dit probleem kan geminimaliseerd worden door de schakeling van figuur 3/20.6-34 toe te passen. De voorschakelweerstand van de LED is nu vervangen door een R/R/C-netwerkje. De werking is als volgt. Op het moment dat de transistor van sper naar verzadiging wordt geschakeld, is de condensator Cp volledig ontladen. De plotseling optredende transistorstroom vloeit nu via de kleine weerstand R1 en de condensator naar de LED. De LED krijgt dus opeens een vrij grote piekstroom te verwerken, met als gevolg dat het onderdeel een grote optische energie

uitstraalt. Maar door het in geleiding komen van de transistor staat de condensator geschakeld tussen de voedingsspanning en de massa. De condensator gaat dus opladen, met als gevolg dat de transistorstroom steeds minder door de condensator Cp en steeds meer door de weerstand R2 gaat vloeien. De stroom door de schakeling neemt dus af tot, nadat de condensator volledig is opgeladen, de stroom alleen bepaald wordt door de waarde van de twee weerstanden.



Figuur 3/20.6-35: Het resultaat van de schakeling van figuur 3/20.6-34.

Het resultaat van deze kleine verbetering is getekend in figuur 3/20.6-35. De voor- en achterflanken van de optische puls zijn sterk verbeterd. In de praktijk kan men vaststellen dat de stijgtijd met een factor 2 tot 5 kleiner is geworden. Een en ander is uiteraard afhankelijk van de juiste dimensionering van de onderdelen R1, R2 en Cp.

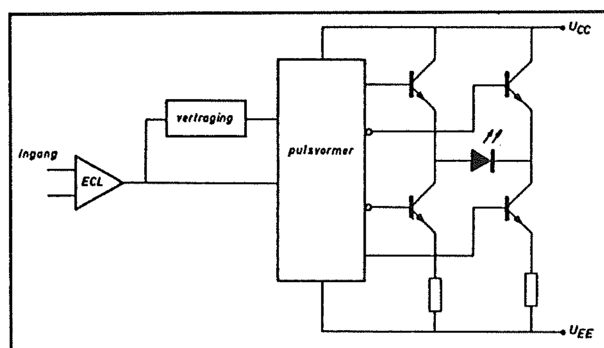


Figuur 3/20.6-36: Het digitaal aansturen van een LED vanuit een logische schakeling.

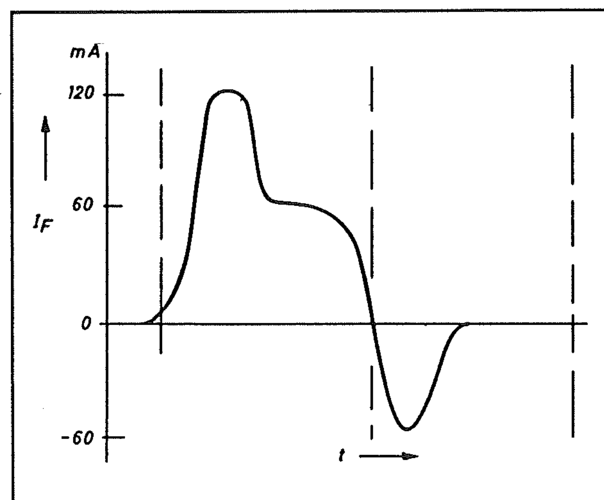
Het schema van figuur 3/20.6-36 kan worden toegepast als men de LED rechtstreeks uit een logische poort wil aansturen. Ook nu wordt het truukje met de seriecondensator toegepast om de stijgtijd van de optische puls te verbeteren. Maar bovendien stuurt de weerstand R3 een bepaalde constante instelstroom door de LED. Het voordeel hiervan is dat de schakelsnelheid van de LED nog meer wordt vergroot. Nadeel is uiteraard wel dat de lichtverhouding tussen "L" en "H" minder groot wordt. Een "L" komt nu immers niet meer overeen met "geen lichtenergie", maar met de energie die wordt opgewekt door de constante instelstroom.

Voor heel snelle communicatie volstaat het niet de LED enkelvoudig aan te sturen. Men heeft dan toch nog te veel last van de te grote stijg- en daaltijden. Men moet dan gebruik maken van een brugconfiguratie, zoals getekend in figuur 3/20.6-37. Deze schakeling kan gebruikt worden tot communicatiesnelheden van

200 Mbit/s. De schakeling moet werken met een LED die straalt op 1.300 nm, het enige materiaal dat hiervoor in aanmerking komt is InGaAsP/InP.
De LED wordt zonder instelstroom aangestuurd vanuit een aangepaste brugschakeling met snelle transistoren. Het voordeel van de brugschakeling is dat de LED zowel in sper als in geleiding met zeer lage impedanties wordt gestuurd, zodat paracitaire lading snel kan afvloeien naar de massa. Het verloop van de stroom door de LED is getekend in figuur 3/20.6-38.



Figuur 3/20.6-37: Een brugdriver is noodzakelijk bij heel snelle modulatie van een LED.



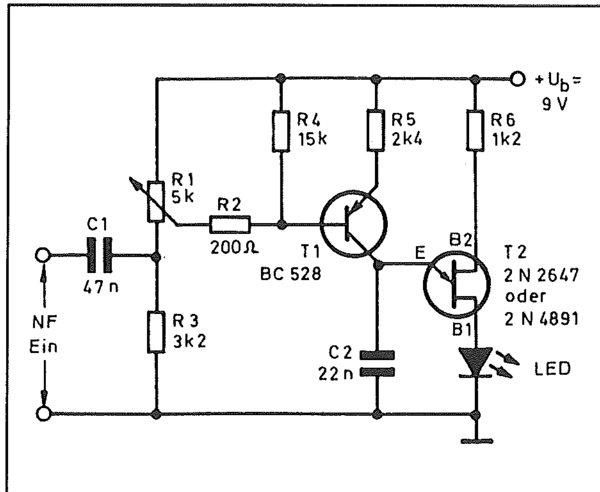
Figuur 3/20.6-38: Het verloop van de stroom door de LED in functie van de tijd.

Dit verloop ontstaat uit de optelling van signalen die in fase verschoven zijn. Deze signalen worden gegenereerd door de vertrager en de pulsvormer. Bij het inschakelen van de LED wordt gedurende ongeveer 2,5 ns een piekstroom van 120 mA door de LED gestuurd. Nadien valt de waarde van de stroom terug tot 60 mA. Om bij het omschakelen naar sper de LED zo snel mogelijk te laten doven wordt er even een geïnverteerde stroom door de LED gestuurd. Dat kan met deze schakeling heel gemakkelijk door de twee diagonale transistoren, die verantwoordelijk zijn voor de AAN-toestand naar sper te sturen en de twee overige transistoren even in geleiding te schakelen. De LED wordt dan omgepoold, de kathode hangt even aan de positieve voedingspanning en de anode gaat naar de massa. Ook deze fase mag niet langer duren dan enige ns. De schakeling is zo snel dat geen gebruik gemaakt kan worden van zelfs de snelste TTL-logica.
Zoals te doen gebruikelijk bij heel snelle logische schakelingen moet men overschakelen naar ECL-technologie.

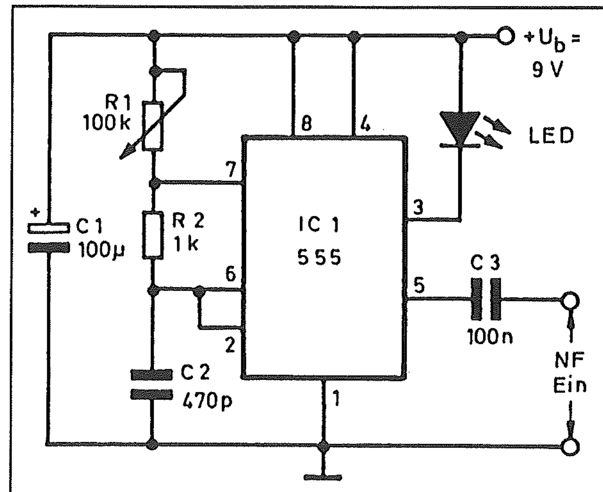
Eenvoudige analoog naar digitaal omzetters

Een onlosmakelijk onderdeel van een digitale modulator is een schakeling die de analoge informatie, die via de vezel getransporteerd moet worden, omzet in een digitale pulstrein.
Men moet dus gebruik maken van een ADC, waarbij opgemerkt moet worden dat men uiteraard een schakeling met seriële uitgang nodig heeft!
Dergelijke IC's zijn kant-en-klaar te koop, maar met enige inspanning is het ook mogelijk goed werkende schakelingen samen te stellen met doordeweekse onderdelen.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-39: Een digitale pulsmodulator met een UJT.



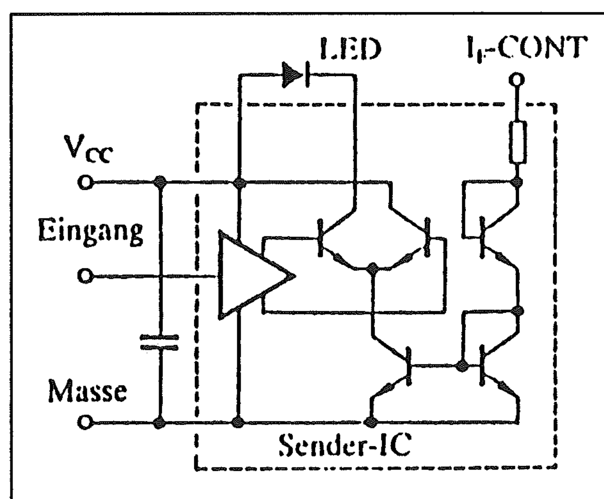
Figuur 3/20.6-40: Een pulsmodulator met een universele timer van het type 555.

In figuur 3/20.6-39 is als voorbeeld een schakeling getekend, die werkt met een uni-junction transistor als digitale modulator. De schakeling werkt als volgt. De transistor T1 is geschakeld als spanningsgestuurde stroombron. De grootte van de stroom wordt bepaald door de waarde van de emitterweerstand en de grootte van de basisspanning. In rust zal er dus een bepaalde instelstroom door de transistor vloeien, die de condensator C2 lineair oplaadt. Deze condensator is echter over de UJT geschakeld. Als de spanning over de condensator gestegen is tot de doorslagspanning van de UJT, gaat dit onderdeel geleiden en wordt de condensator snel ontladen. Het geleiden van de UJT heeft tot gevolg dat er heel even een flinke stroompuls door de LED wordt gestuurd. In rust zal de schakeling dus een pulstrein uitzenden met een constante frequentie. De instelspanning van T1 wordt echter gemoduleerd door het analoge ingangssignaal. Dit wordt immers via de scheidingscondensator C1 op de basisspanning gesuperponeerd.

Het gevolg is dat ook de laadstroom van C2 gemoduleerd wordt en de condensator eerder (positief ingangssignaal) of later (negatief ingangssignaal) tot de doorslagdrempel van de UJT wordt opgeladen. De frequentie van de LED-pulsen neemt dus toe of af, afhankelijk van de polariteit van de analoge ingangsspanning.
Deze schakeling is erg bruikbaar voor het digitaal moduleren van audio-signalen.

In figuur 3/20.6-40 is een alternatieve schakeling getekend, die gebruik maakt van het bekende en beroemde timer-IC 555. De modulatie-LED is rechtstreeks aangesloten tussen de positieve voeding en de uitgang van de timer. Dat kan, omdat een 555 een ingebouwde uitgangsbeveiliging heeft, die de uitgangsstroom op een veilige waarde begrenst. Het gevolg is dat de LED wordt gestuurd met korte stroomimpulsen van 200 mA.
De 555 is geschakeld als astabiele multivibrator. De rustfrequentie wordt bepaald door de onderdelen R1, R2 en C2. De verhouding tussen R1 en R2 is erg groot,

met als gevolg dat de actieve periode van de schakeling heel smal is. Ook nu wordt er dus een smalle, intense lichtpuls in de glasvezel gepompt.
De analoge informatie wordt aangesloten op de modulatie-ingang op pen 5. De inwendige drempels, die het laden en ontladen van de condensator C2 besturen, worden hierdoor aangepast. Het gevolg is dat de frequentie van de schakeling stijgt of daalt.



Figuur 3/20.6-41: Een volledig geïntegreerde modulator/driver voor het aansturen van een LED.

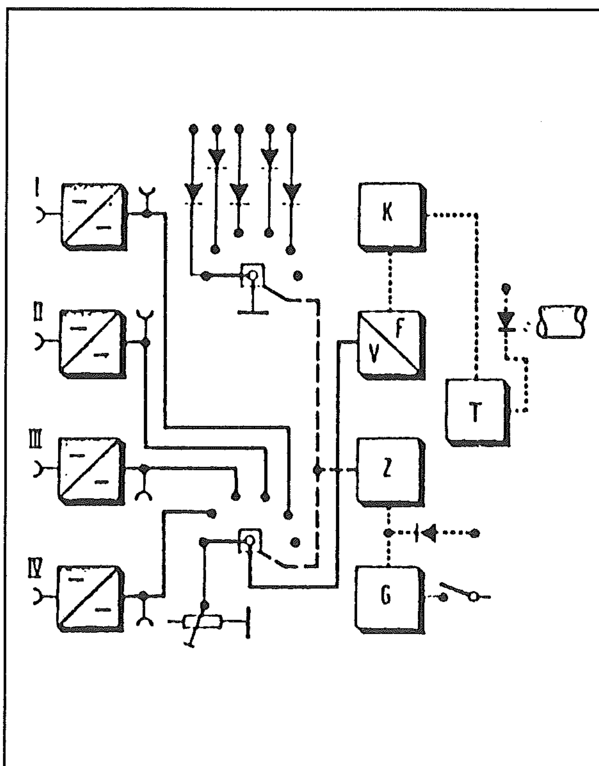
Uiteraard zijn er tegenwoordig speciale IC's ontwikkeld voor het aansturen van LED's die in glasvezel communicatie worden gebruikt. In figuur 3/20.6-41 is het interne schema van een dergelijk IC getekend. De schakeling heeft een ingang I_F-CONT, waarmee men de ruststroom door de LED kan instellen. Daarnaast is alleen nog een analoge ingang aanwezig. Gemakkelijker kan niet! Dergelijke IC's zullen binnen niet al te lange tijd overvloedig op de markt verschijnen. Er zijn immers op dit moment al een aantal HiFi-fabrikanten die hun "high end"-apparatuur voorzien van optische uitgangen. Men kan de apparaten dan optisch met elkaar verbinden, hetgeen een heleboel potentiële problemen met aardlussen en brom helpt voorkomen.

Een praktisch systeem met vier kanalen
Glasvezel communicatie heeft een grote toekomst in zwaar verontreinigde industriële omgevingen. Voor het overdragen van meetwaarden naar een centrale regelkamer gebruikt men nu nog hoofdzakelijk koperen kabels. Deze zijn echter, zelfs met de beste afschermingen, gevoelig voor magnetische en elektromagnetische velden en storingen. Glasvezels hebben daar absoluut geen last van! Bovendien bestaat er, bij breuk van een koperen kabel, altijd het risico dat een vonkje ontstaat. In bepaalde industriële omgevingen is dat risico absoluut onaanvaardbaar. Ook van dit probleem is men verlost als men overschakelt naar optische transmissie. Glasvezels zijn echter nog steeds veel duurder dan koperen kabels. Vandaar dat men er alles aan doet om het net zo rendabel mogelijk op te bouwen. Over één glasvezel kunnen natuurlijk verschillende meetwaarden getransporteerd worden. Zeker in de industrie, waar hoofdzakelijk langzaam variërende meetwaarden moeten worden verzonden, kan men gebruik maken van een multiplex-systeem, waar verschillende meetwaarden achter elkaar over één glasvezel getransporteerd worden.

In figuur 3/20.6-42 is het blokschema getekend van een dergelijk multiplexsysteem met vier ingangskanalen. De ingangsspanningen I tot en met IV zijn afkomstig van temperatuur- en druksensoren, vlotterschakelaars en dergelijke en

20.6 Glasvezel verbindingen

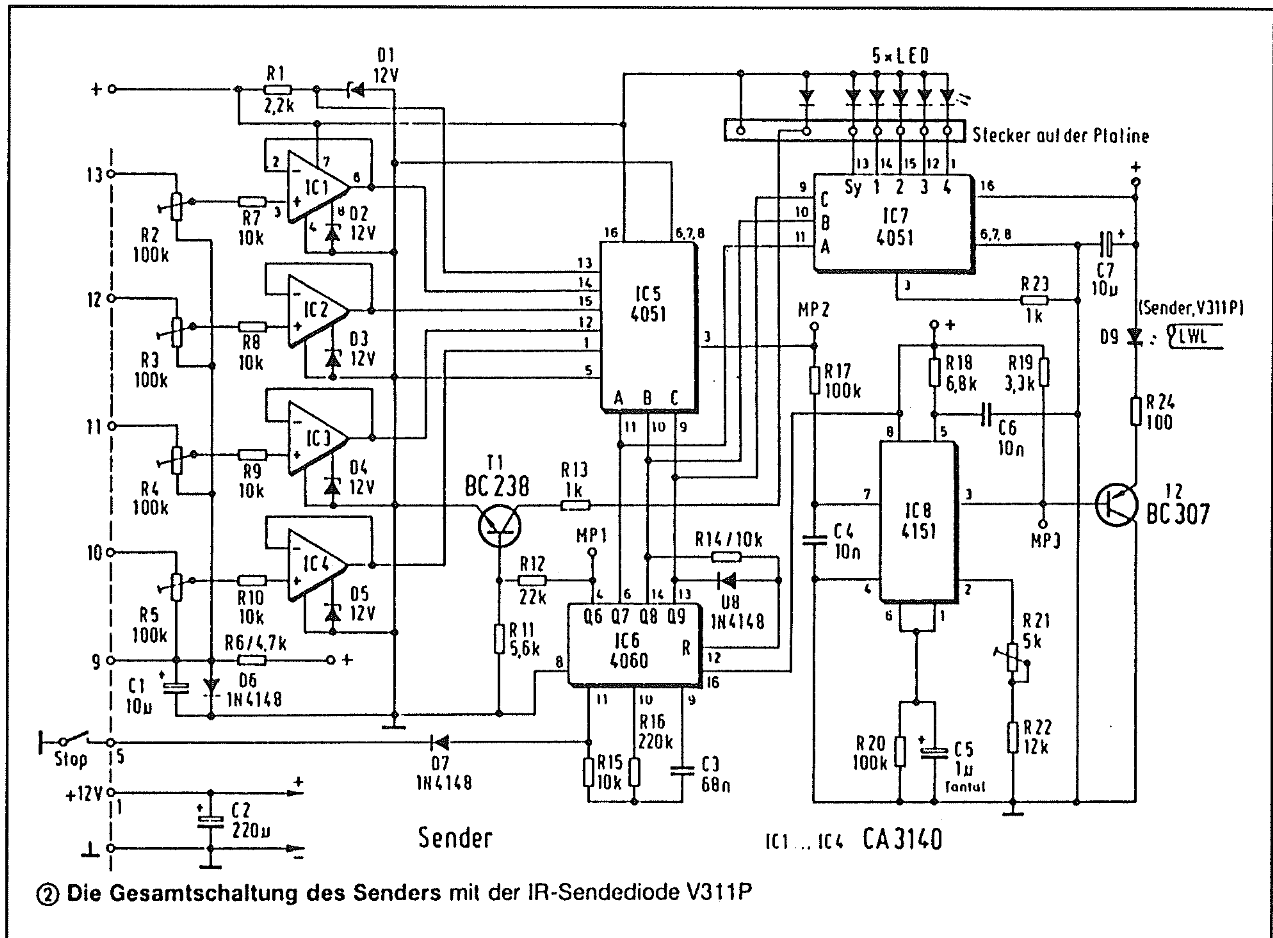
bevatten dus in ieder geval zeer laagfrequente informatie. De ingangsspanningen worden eerst aangeboden aan spanningsvolgers om identieke laagohmige impedanties van alle bronnen te verzekeren. De signalen worden aangeboden aan een elektronische schakelaar. Deze stuurt de signalen een na een naar de LED-modulator. Om synchronisatie tussen zender en ontvanger te garanderen wordt echter ook een sync-puls mee geschakeld. Een tweede elektronische schakelaar wordt gebruikt om vier LED's te sturen, zodat men steeds weet welk ingangssignaal verstuurd wordt. Het gemultiplexte signaal wordt aangeboden aan de ingang van een spanning naar frequentie omzetter. De twee elektronische schakelaars kunnen zowel automatisch gestuurd worden als met de hand.



Figuur 3/20.6-42: Het blokschema van een vierkanaals multiplexer die één LED en één glasvezel stuurt.

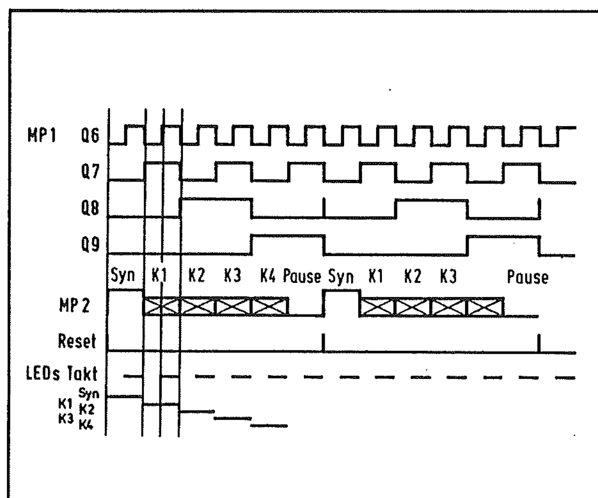
Het praktische schema van de vier-kanaals zender is getekend in figuur 3/20.6-43.
De vier ingangssignalen worden eerst naar vier potentiometers gestuurd, die het bereik van de spanningen aanpassen aan het maximale uitsturingbereik van de schakeling.
Nadien volgens vier bufferversterkers, die zijn uitgevoerd met de bekende CA3140 operationele versterkers. Deze hebben als voordeel dat de uitgangsspanning tot tegen de nul uitgestuurd kan worden, zodat ook kleine ingangssignalen zonder problemen verwerkt kunnen worden. De schakeling kan ingangsspanningen tussen -0,7 V en +10 V volledig vervormingsvrij verwerken.
Als elektronische schakelaars worden twee CD4051 multiplexers ingezet. Vier ingangen worden gebruikt voor het verwerken van de ingangssignalen. De vijfde ingang wordt gebruikt voor het doorkoppelen van de sync-puls. De zesde ingang wordt niet gebruikt en last een pause in het verzenden in.
Deze pause is noodzakelijk om de ontvanger tijd te geven om te synchroniseren met de zender.
De schakelaars worden gestuurd uit IC6, een CD4060. Dit IC bevat een 14-traps binaire teller, een oscillator en een reset. Van de 14 trappen worden er in dit geval slechts drie gebruikt.
Dat kan vrij eenvoudig, door de Q_8- en Q_9-uitgangen via een netwerkje aan de reset te hangen. Worden beide uitgangen "H", dan wordt ook de reset "H" en reset de teller.
Als sync-puls wordt de positieve voedingsspanning gebruikt. Een van de ingangen van de elektronische schakelaar gaat rechtstreeks naar dit punt en schakelt dus een korte +12 V puls naar de uitgang van de schakelaar.

20.6 Glasvezel verbindingen



② Die Gesamtschaltung des Senders mit der IR-Sendediode V311P

Figuur 3/20.6-43: Het praktische schema van de vier-kanaals zender.



Figuur 3/20.6-44: Het tijddiagram van de zender.

In figuur 3/20.6-43 is de timing van de schakeling grafisch samengevat.

Als analoog naar digitaal omzetter wordt de 4151 van Raytheon ingezet. Dit IC heeft een lineariteitsfout van maximaal 1 % over het volledige bereik. Met behulp van de potentiometer R21 kan men de schakeling afregelen op een uitgangsfrequentie van 10 kHz bij een ingangsspanning van 10 V. Het uitgangssignaal van de omzetter bestaat uit een rechthoekvormige spanning met constante pulsduur en -amplitude. Deze puls op testpunt MP3

wordt rechtstreeks naar de driver-transistor T2 van de LED gestuurd.

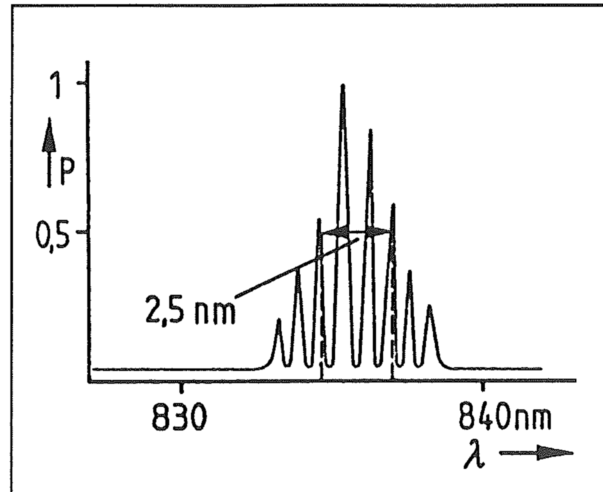
De LASER als licht-modulator

Inleiding

Wie "LASER" zegt denkt nog vaak aan James Bond-achtige grote glazen buizen, waaruit een vernietigende straal komt. Deze lasers bestaan inderdaad en worden gebruikt als grote optische vermogens uitgestraald moeten worden. Voor glasvezel communicatie volstaat het echter een vermogen van nog geen mW in de zeer dunne glasvezel te sturen!
Men gebruikt daarvoor dus kleine LASER-dioden, die door het leven gaan onder de afkorting LASERD's. Dezelfde kleine dioden worden ook ingezet bij het aftasten van CD-plaatjes en zijn tegenwoordig zeer goedkoop en bedrijfszeker te maken.

Eigenschappen van de LASERD

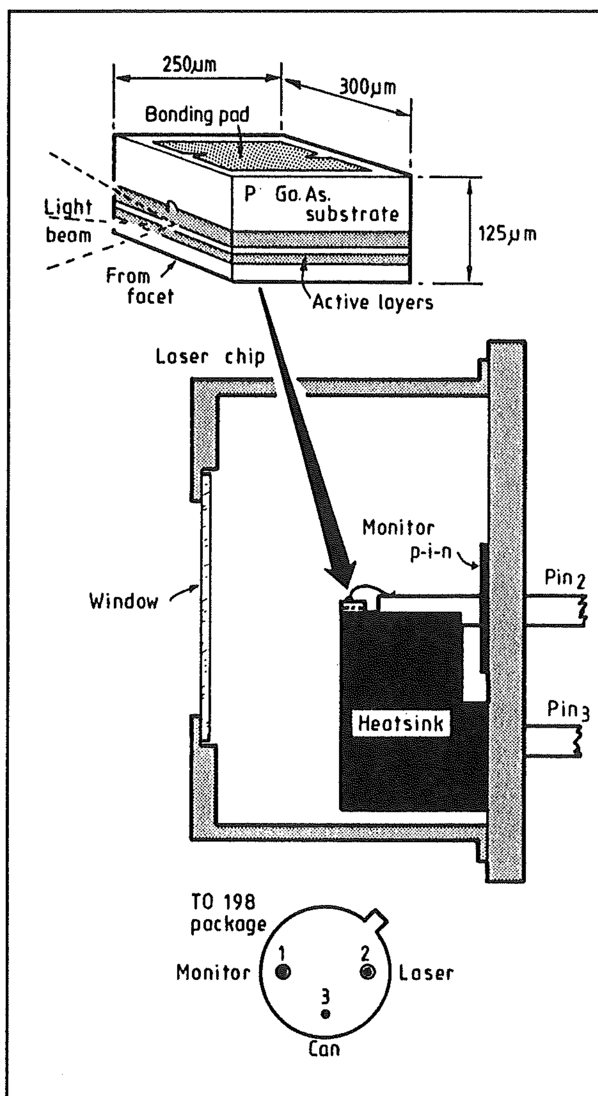
Het zou te ver voeren om in het kader van dit hoofdstuk de fysische werking van een LASERD te verklaren. Kort samengevat gebruikt men voor glasvezel communicatie LASER-dioden die zijn gefabriceerd uit AlGaAs. Deze genereren zeer smalbandige infrarode straling met een golflengte van ongeveer 850 nm en een spectrale breedte van slechts 2 nm! Dit is dus een groot voordeel van een LASERD boven een LED, die een "bandbreedte" heeft van 35 nm. Het zal duidelijk zijn dat signaalvervormingen door de dispersie van de glasvezel veel lager zijn.
Het golflengtespectrum is uiterst smal en bestaat uit slechts enkele pieken, zie figuur 3/20.6-45.



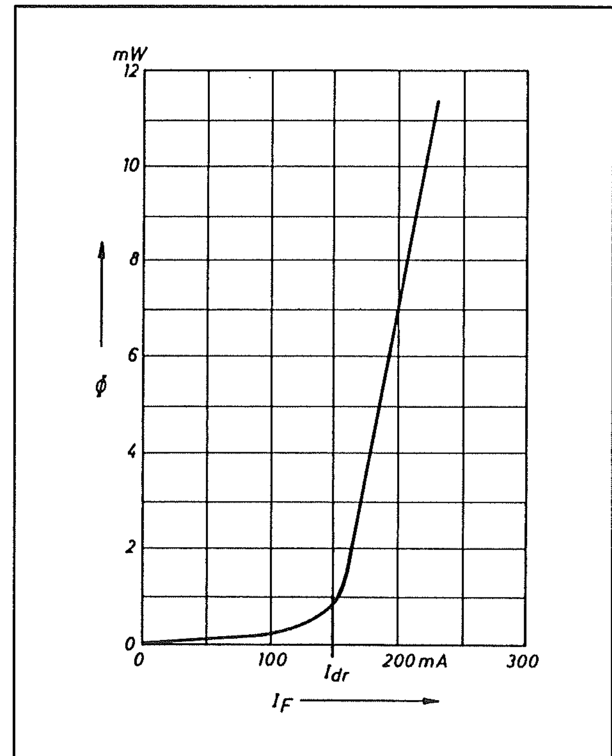
Figuur 3/20.6-45: Het golflengte-spectrum van een LASERD is zeer smal en bestaat uit slechts enkele pieken.

In figuur 3/20.6-46 is de samenstelling van een dergelijk onderdeel geschetst.
Het LASER-kristal straalt, in tegenstelling tot dat van een LED, zijdelings uit. Het kristal wordt op een koelplaatje gemonteerd en op de bodem van de behuizing, meestal een metalen TO-198, gelast. Op de bodem van de behuizing is een tweede kristal aanwezig. Dit is een fotogevoelige diode van het PIN-type (zie later) die wordt gebruikt om het door de LASERD uitgestraalde optische vermogen te meten. De PIN-diode vangt en deel van het naar achter uitgestraalde lichtvermogen op en is bereikbaar via de MONITOR-pen van de behuizing.
Deze monitor-aansluiting is noodzakelijk vanwege de speciale karakteristiek van een LASERD. Deze is getekend in figuur 3/20.6-47. Wie deze emissiekarakteristiek vergelijkt met deze van een LED (zie figuur 3/20.6-30) stelt vast dat er bij kleine stromen door de LASERD helemaal geen sprake is van een lineaire relatie tussen stroom en uitgezonden lichtenergie. De karakteristiek vertoont zelfs een duidelijk

knikpunt en de stroom I_{dr} die met dit knikpunt overeen komt noemt men de "Lasing Threshold". Is de stroom kleiner dan deze waarde, dan zal de LASERD als een LED werken en zal het uitgezonden licht alles behalve smalbandig en unipolair zijn. Dit gebied is dus absoluut onbruikbaar voor glasvezel communicatie en men moet de stroom door de LASERD in ieder geval boven de I_{dr}-waarde instellen.



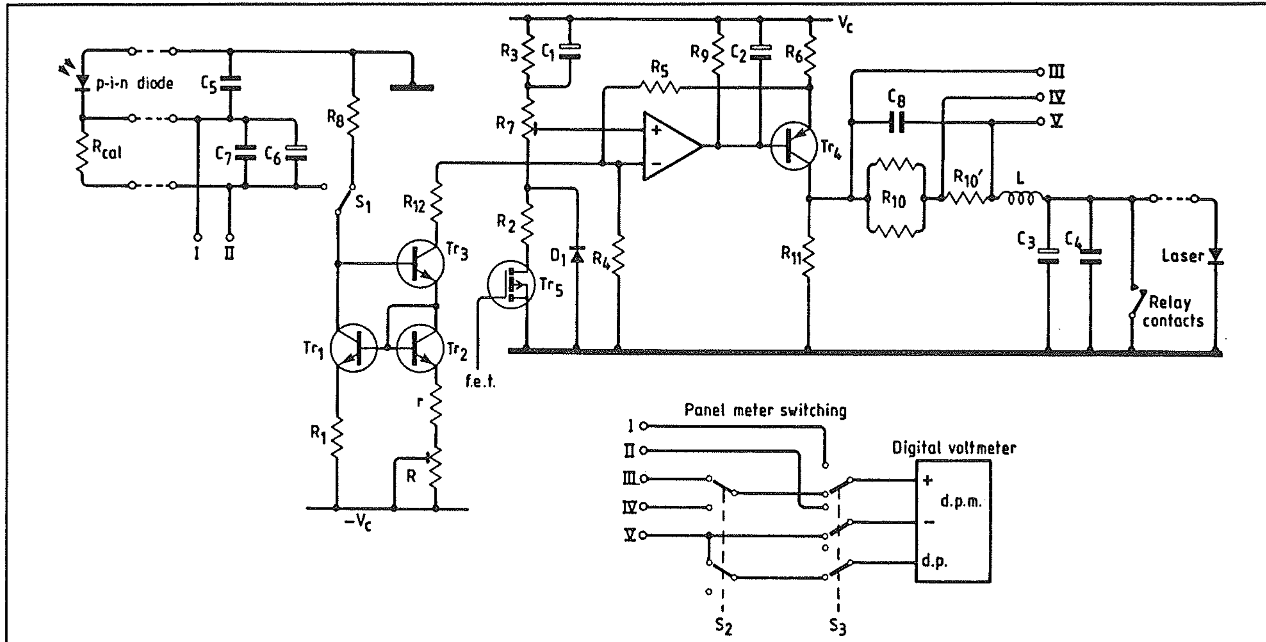
Figuur 3/20.6-46: De samenstelling van een LASERD.



Figuur 3/20.6-47: De emissiekarakteristiek van een LASERD.

Maar dit is nu net het probleem, want een stijging van de stroom met 10 % heeft een verdubbeling van het uitgestraalde vermogen tot gevolg! Maar bovendien is de waarde van de "Lasing Threshold" zeer afhankelijk van de temperatuur.
Zonder een vorm van stroomstabilisatie zou de diode dus kunnen gaan verlopen, met als gevolg een immens grote energiestijging en vernietiging van het onderdeel.
Om deze twee redenen is het noodzakelijk dat het door een LASERD uitgestraalde vermogen continu bewaakt wordt. Dat doet men uiteraard aan de hand van de gegevens die de ingebouwde PIN-diode verstrekt.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-48: Een analoge modulator voor een LASERD.

Uiteraard doen deze problemen zich alleen voor als men de LASERD wil gebruiken om analoge informatie uit te zenden. Bij digitale modulatie volstaat het de LASERD door middel van zeer smalle stroompulsen boven de maximaal te verwachten waarde van de I_{dr} aan te sturen. Vandaar dat men niet vaak systemen zal aantreffen, waarbij LASERD's worden gebruikt om analoge informatie onder de vorm van lineair gemoduleerde lichtinformatie in een glasvezel te sturen.

Het vermogen dat een LASERD in een glasvezel kan sturen steekt gunstig af in vergelijking met dezelfde eigenschap van een LED. De I_{dr} ligt bij de meeste dioden bij 150 mA.
Bij deze stroom wordt een vermogen van ongeveer 1 mW uitgestraald, hetgeen 40 keer meer is dan een LED onder vergelijkbare omstandigheden.
Bovendien wordt de energie zeer gebundeld uitgestraald, waardoor het met nauwkeurige optiek mogelijk is een heel groot gedeelte van de uitgestraalde energie binnen de acceptatie-kegel van de glasvezel te focusseren.
Kort samengevat kan men stellen dat het met een identiek elektrisch vermogen mogelijk is met een LASERD 20 dB meer optisch vermogen in een vezel te sturen dan met een LED.

Een belangrijk nadeel van LASERD's is de nog steeds vrij beperkte levensduur. De moderne versies gaan 1.000.000 uur mee, duizend keer korter dan een LED.
Maar tegen dit nadeel staat dan weer het voordeel dat modulatiesnelheden tot 1 GHz met LASERD's mogelijk zijn en daar kan geen LED aan tippen!

Het analoog moduleren van het optische vermogen

Hoewel, zoals reeds geschreven, LASERD's zelden voor analoge modulatie worden gebruikt, wordt hier toch een praktisch bruikbaar schema gegeven van een analoge modulator (figuur 3/20.6-48).

20.6 Glasvezel verbindingen

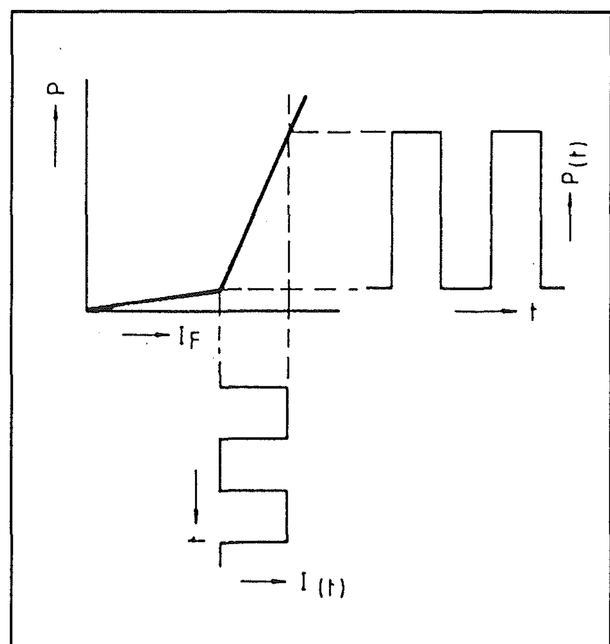
De operationele versterker vormt, samen met de transistor T4, een spanningsgestuurde stroombron. De spanning op de niet-inverterende ingang van de op-amp wordt vergeleken met de spanningsval over de emitterweerstand R6. De schakeling streeft naar spanningsgelijkheid op beide ingangen, met als gevolg dat er door de weerstand een constante stroom vloeit. Deze gaat via R10, R10' en L naar de LASERD.
De ruststroom door de LASERD wordt ingesteld met behulp van de potentiometer T7. Natuurlijk moet deze stroom net boven de kritische laser-drempel worden ingesteld. De maximale stroom die de stroombron kan leveren wordt bepaald door de weerstand R6, in dit geval bedraagt deze waarde 250 mA.

Het stabiliseren van de stroom wordt verzorgd door de schakeling rond de transistoren T1, T2 en T3. Deze schakeling wordt gestuurd door de PIN-diode in de LASERD-behuizing. Deze diode levert een stroom waarvan de grootte afhankelijk is van het optische vermogen dat de LASERD uitstraalt. De transistorschakeling vormt een stroomspiegel, die de waarde van de door de PIN geleverde ingangsstroom vermenigvuldigd. De stroomversterking van de schakeling wordt ingesteld met behulp van de potentiometer in de emitter van T2. De schakeling stuurt de inverterende ingang van de op-amp, waarmee de regellus gesloten wordt.
De weerstanden R10 en R10' vormen geen wezenlijk onderdeel van de schakeling, maar zijn toegevoegd om de LASERD-stroom te kunnen meten op een digitale paneelmeter. Met behulp van de schakelaars S2 en S3 kan men alle belangrijke stroom- en spanningswaarden in de schakeling op de paneelmeter zetten.

Het netwerkje L/C3/C4 is noodzakelijk om de gevoelige LASERD te beschermen tegen onverwachte stroompieken, die als gevolg van storingen in het systeem zouden kunnen optreden.

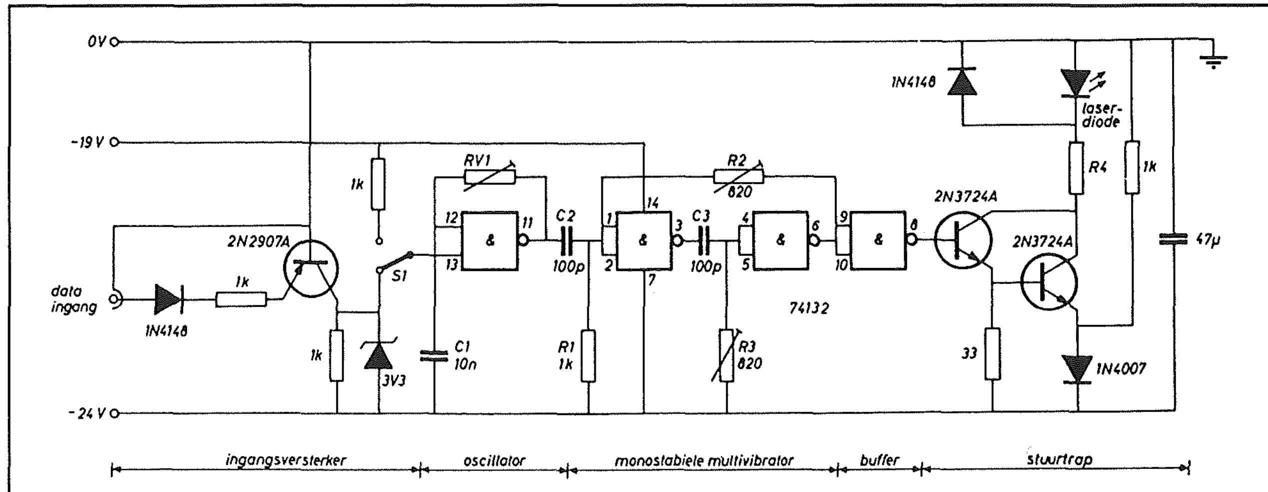
Het digitaal moduleren van het optische vermogen

Vanwege het "Lasing Threshold"-verschijnsel worden er bij snelle digitale modulatieschakelingen bepaalde eisen gesteld aan het aansturen van de LASERD. Als men namelijk de stroom door de LASERD omschakelt tussen 0 en maximum, dan zal er een niet onaanzienlijke vertraging optreden tussen de elektrische puls en de lichtpuls. Deze vertraging wordt veroorzaakt, doordat de diode er een bepaalde tijd over doet om over te schakelen van LED- naar LASER-werking. Bij modulatiesnelheden tot ongeveer 100 Mbit/s is dat geen probleem.

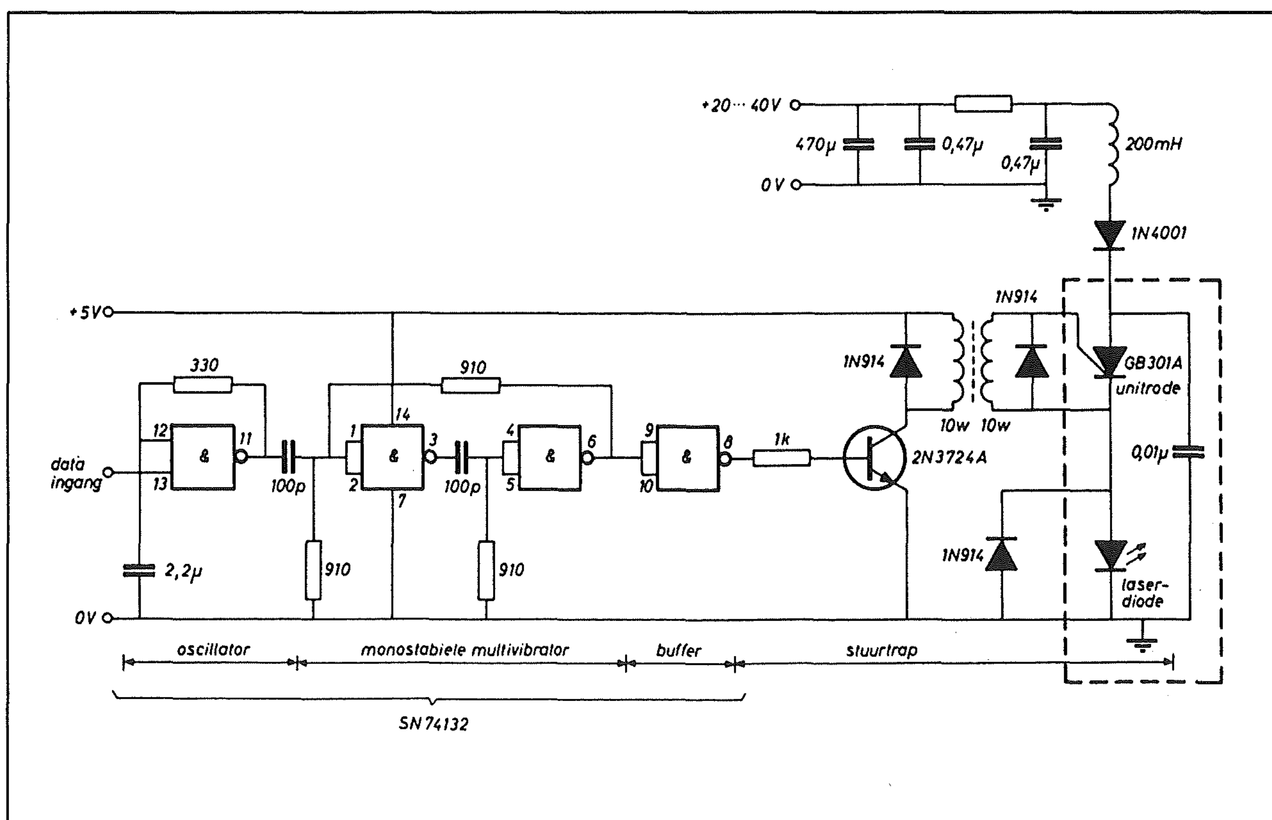


Figuur 3/20.6-49: Het verhogen van de snelheid door het invoeren van een ruststroom door de LASERD.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-50: Een praktische schakeling voor het digitaal moduleren van een LASERD.



Figuur 3/20.6-51: Een alternatieve schakeling voor het digitaal moduleren van een LASERD.

Bij hogere snelheden komt echter de impulsvertraging in dezelfde grootte-orde te liggen als de pulsbreedte.
In dergelijke schakelingen is het noodzakelijk een gemiddelde stroom door de LASERD in te stellen. Dit doet men door de stroom niet om te schakelen tussen nul en maximum, maar tussen de waarde van I_{dr} en maximum, zie figuur 3/20.6-49. Op deze manier wordt de drempelvertraging

uitgeschakeld, maar het nadeel van dit systeem is uiteraard wel dat de LASERD nu een groot gemiddeld vermogen dissipeert en continu licht uitstraalt.

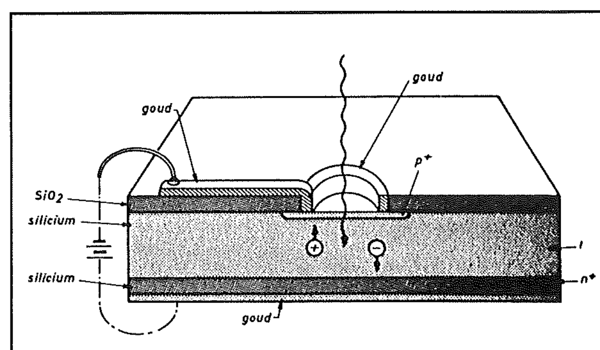
In figuur 3/20.6-50 wordt een praktische schakeling gegeven voor het digitaal moduleren van een LASERD.
De schakeling bestaat uit een spanningsgestuurde oscillator, die een monostabiele multivibrator triggert. De oscillator zorgt voor het moduleren van het systeem, de MMV zorgt voor de juiste stroompulsen door de LASERD. Het optische piekvermogen dat deze schakeling produceert bedraagt 200 mW, waarbij de maximaal toelaatbare waarde van de puls/pause-verhouding toch nog 15 % bedraagt. De schakeling levert pulsen die smaller zijn dan 50 ns en kan werken tot herhalingsfrequenties van 2 MHz.
In figuur 3/20.6-51 is een alternatieve schakeling getekend. Bij deze schakeling wordt een thyristor gebruikt voor het inschakelen van de LASERD. De thyristor wordt gestuurd uit een ontsteektrafo, waardoor een ideale scheiding ontstaat tussen het datacircuit en het ontsteekcircuit van de LASERD.

De PIN-diode als licht-demodulator

De werking van de PIN-diode

PIN-diode is het letterwoord voor "Positive Intrinsic Negative" diode. Het is een relatief eenvoudige fotogevoelige diode die goed bruikbaar is voor het in elektrische signalen omzetten van het gemoduleerde licht dat door een glasvezel wordt verzonden.

De constructie van een PIN-diode is getekend in figuur 3/20.6-52. Tussen twee sterk gedoteerde laagjes p^+ en p^- bevindt zich een dikkere laag intrinsiek silicium. Er is dus sprake van een sandwich-structuur. Wordt over een dergelijke diode een spanning van ongeveer 50 V in sper aangelegd, dat ontstaat in het intrinsieke silicium een sterke ruimtelading. Fotonen, die een energie hebben die hoger is dan een bepaalde grensenergie, zullen doordringen in de intrinsieke laag en vormen daar elektron/gat-paren. Deze elektronen en gaten worden onder invloed van het sterke veld uit elkaar gedreven.
Uiteraard begeven de elektronen zich naar het p^+-gebied en de gaten zich naar het p^-gebied. Er gaat dus een stroom door de diode lopen, die via een weerstand of een operationele versterker omgezet kan worden in een spanning. Naast deze stroom als gevolg van de inval van fotonen (lichtstralen) zal er door de diode ook nog een zogenoemde "donkerstroom" lopen. Deze stroom zou men kunnen opvatten als de lekstroom van de PIN-diode.



Figuur 3/20.6-52: De constructie van een PIN-diode.

Deze stroom ontstaat door thermische bewegingen in de halfgeleider, waardoor spontaan elektron/gat-combinaties ontstaan.

20.6 Glasvezel verbindingen

Type	Kleur λ nm	Lichtgevoelig vlak mm²	Openings-hoek φ	U_{BR} $I_R=100\mu A$ V
BP104	Infra Rood 925 nm	7.5	± 65°	>32
BPV10F	Infra Rood 950 nm	0.78	17.5°	>60
BPV20F	Infra Rood 950 nm	7.5	70°	>32
BPV21F	Infra Rood 950 nm	5.3	70°	>32
BPV22F	Infra Rood 950 nm	7.5	65°	>32
BPV23F	Infra Rood 950 nm	5.3	65°	>32
BPW20	Infra Rood	7.5	50°	>10
BPW21	Infra Rood	7.5	50°	>10
BPW24	Infra Rood 900 nm	0.64	12.5°	>50
BPW34	Infra Rood 900 nm	7.5	65°	>32
BPW35	Infra Rood	94	60°	1
BPW41N	Infra Rood 950 nm	7.5	65°	>32
BPW43	Infra Rood 900 nm	0.25	25°	>32
BPW46	Infra Rood 900 nm	7.5	65°	>32
BPW48	Infra Rood 850 nm	0.78	55°	>60
BPW75	Infra Rood 950 nm	7.5	65°	>32
BPW82	Infra Rood 920 nm	7.5	65°	>32
BPW83	Infra Rood 920 nm	7.5	65°	>32
BPW84	Infra Rood 920 nm	7.5	65°	>32
BPW86	Infra Rood 850 nm	0.25 (0.5 x 0.5)	55°	>60
BPW87	Infra Rood 850 nm	0.25 (0.5 x 0.5)	55°	>60
BPW88	Infra Rood 850 nm	0.78 (1.0)	55°	>60
BPW89	Infra Rood 850 nm	0.78	55°	>60
BPW97	Infra Rood 850 nm	0.25 (0.5 x 0.5)	55°	>60
BPW98	Infra Rood 850 nm	0.78	55°	>60
S153P	Infra Rood 900 nm	7.5	50°	>50
S186P	Infra Rood 920 nm	7.5	± 65°	>32

Figuur 3/20.6-53: De voornaamste eigenschappen van de PIN-dioden van Telefunken.

Deze donkerstroom is echter vrij klein en ligt meestal in de grootte-orde van 0,1 tot 2 nA.
Vanwege de dikke laag intrinsiek silicium tussen de twee elektrische aansluitingen heeft een PIN-diode een zeer lage capaciteit. Deze bedraagt slechts enige tienden van een pF.

PIN-dioden zijn verkrijgbaar met nogal uiteenlopende specificaties, waarvan de voornaamsten zijn:

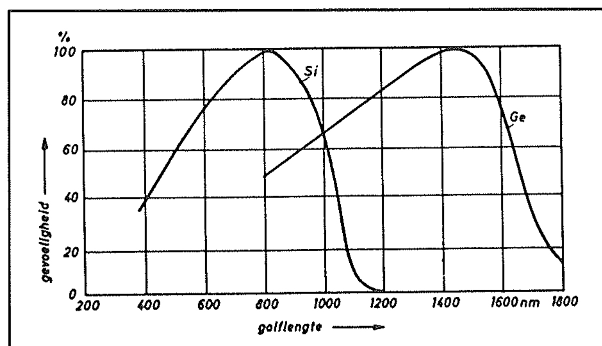
- de grootte van het gevoelig oppervlak;
- de spectrale gevoeligheid;
- de openingshoek.

In de tabel van figuur 3/20.6-53 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste eigenschappen van de PIN-dioden die door Telefunken op de markt worden gebracht.
Let ook op de nogal uiteenlopende maximale spanning die over de diode gezet mag worden!

20.6 Glasvezel verbindingen

Silicium contra germanium

PIN-dioden kunnen niet alleen gemaakt worden met silicium als basis, maar ook met germanium. Voor golflengten tot 1.000 nm kan men het best gebruik maken van silicium. Voor grotere golflengten is dat materiaal echter niet meer bruikbaar. Er ontstaat als het ware een soort transparant gedrag waarbij de fotonen, de basis van het licht, niet meer geabsorbeerd worden. In dat soort gevallen moet men PIN-dioden op basis van germanium inschakelen. Er wordt gebruik gemaakt van een legering met InGaAs, waarbij PIN-dioden ontstaan met een maximale gevoeligheid bij 1.500 nm. Dat is een zeer gunstige waarde, want deze ligt precies midden in het derde venster van de glasvezelkabel (zie figuur 3/20.6-12).
In figuur 3/20.6-54 wordt de spectrale gevoeligheid van PIN-dioden met als basis silicium en germanium tegen elkaar uitgezet.



Figuur 3/20.6-54: Vergelijking van de spectrale gevoeligheden van PIN-dioden op basis van silicium en germanium.

Het nadeel van de germanium-dioden is echter dat deze een veel grotere donkerstroom hebben dan hun soortgenoten uit silicium.
Bij germanium ligt deze waarde rond de 10 nA.

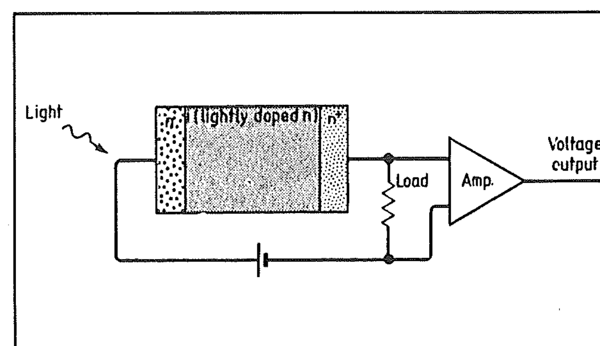
In de tabel van figuur 3/20.6-55 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste specificaties van Ge PIN-dioden, in dit geval van Siemens.

Typ Type	S nA lx µA*	$\lambda_{S\,max}$ nm	V_R V
SFH 231	13 (≥ 8)	1500	15
SFH 232	1.7 (≥ 1.2)	1500	15
SFH 233	12 (≥ 9)	1500	15

Figuur 3/20.6-55: De specificaties van de drie germanium PIN-dioden van Siemens.

De basisschakeling met een PIN-diode

In figuur 3/20.6-56 is een schakeling getekend, die de basis vormt van iedere lichtdemodulator met een PIN-diode.



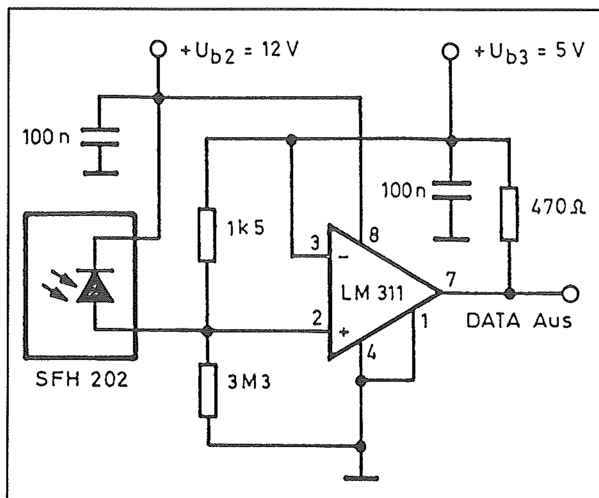
Figuur 3/20.6-56: De basisschakeling van een licht-demodulator met een PIN-diode.

De diode wordt, in serie met een hoge weerstand, aangesloten op de voedingsspanning. Daarbij moet de diode uiteraard invers gepolariseerd worden. De stroompulsjes die ontstaan bij het invallen van licht op de diode wekken over de

weerstand een spanningsval op. Deze spanning is erg klein en moet nadien versterkt worden door een versterker.

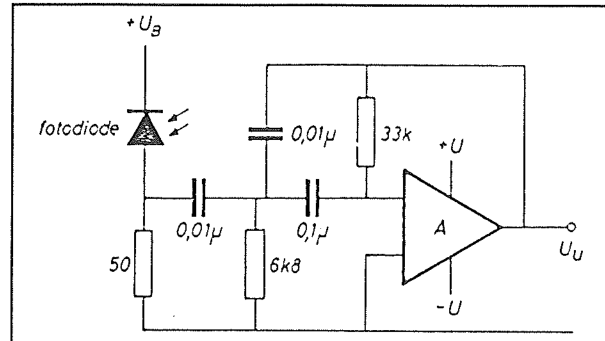
Praktische schakelingen

In figuur 3/20.6-57 is een eenvoudige praktische PIN-versterker getekend. De serieschakeling van PIN-diode plus weerstand wordt afgesloten met een als comparator geschakelde operationele versterker.



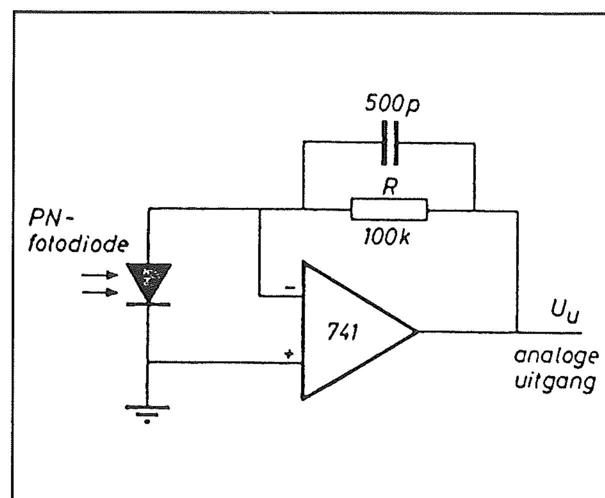
Figuur 3/20.6-57: Een eenvoudige PIN-versterker met comparator.

De comparatorwerking ontstaat doordat de niet-inverterende ingang van de operationele versterker door middel van de spanningsdeler van 1,5 kΩ en 3,3 MΩ op een positieve spanning wordt ingesteld, die bijna gelijk is aan de waarde van de voedingsspanning. De inverterende ingang gaat rechtstreeks naar de voeding. Het kleine spanningsverschil dient als drempel van de schakeling. Iedere keer als er een lichtimpuls wordt ontvangen zal de spanningsval over de weerstand van 3,3 MΩ iets toenemen, waardoor de drempel wordt overschreden en de uitgang van de operationele versterker omklapt.



Figuur 3/20.6-58: Een PIN-demodulator met filter.

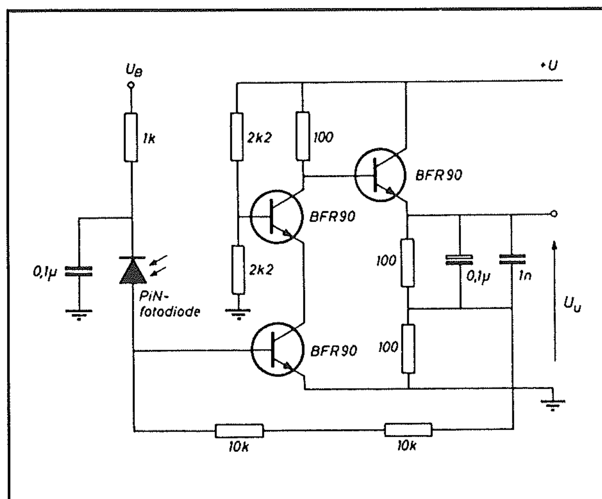
In figuur 3/20.6-58 is een schakeling getekend, waarbij de PIN-diode wordt afgesloten met een operationele versterker die als hoogdoorlaatfilter is geschakeld. Deze schakeling kan handig zijn als de optische communicatie wordt bedreven in industriële omgevingen, waar aan de zenderkant veel kans bestaat op het oppikken van laagfrequente storingen. Deze worden natuurlijk door de glasvezel doorgekoppeld en met behulp van deze filterontvanger kunnen deze storingen onderdrukt worden.



Figuur 3/20.6-59: Een PIN-diode wordt in deze schakeling rechtstreeks aangesloten op een stroom naar spanning omzetter.

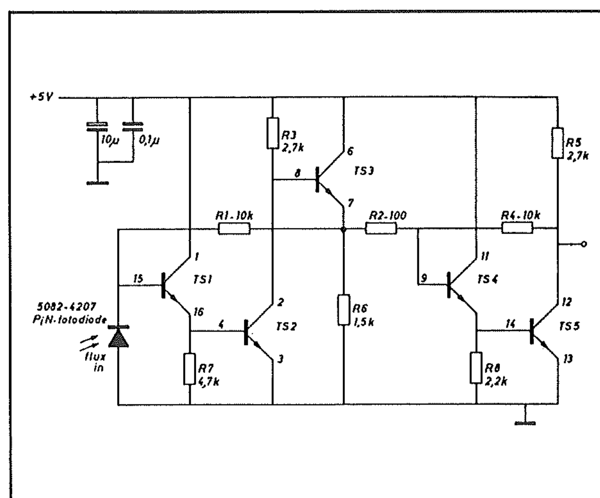
20.6 Glasvezel verbindingen

In figuur 3/20.6-59 wordt een schakeling gegeven, die bruikbaar is voor het ontvangen van analoge signalen met een geringe bandbreedte. De PIN-diode is nu rechtstreeks opgenomen in de terugkoppellus van een operationele versterker. De schakeling werkt als stroom naar spanning omzetter. De diodestroom kan niet afvloeien naar de inverterende ingang van de operationele versterker, omdat deze een zeer hoge inwendige weerstand heeft. De diodestroom kan dus alleen via de weerstand R afvloeien naar de uitgang van de schakeling. Omdat de niet-inverterende ingang van de operationele versterker aan de massa ligt, zal ook de spanning op de inverterende ingang op 0 V blijven staan. De spanning die de diodestroom over de weerstand R opwekt staat dus geheel en al op de uitgang van de versterker. Het zal duidelijk zijn dat de omzettingsfactor, waarmee de schakeling de diodestroom omzet in een uitgangsspanning, volledig bepaald wordt door de waarde van de weerstand R. Hoe groter dit onderdeel, hoe meer spanning er op de uitgang van de schakeling verschijnt.



Figuur 3/20.6-60: Een PIN-demodulator geschikt voor digitale signalen met een grote bandbreedte.

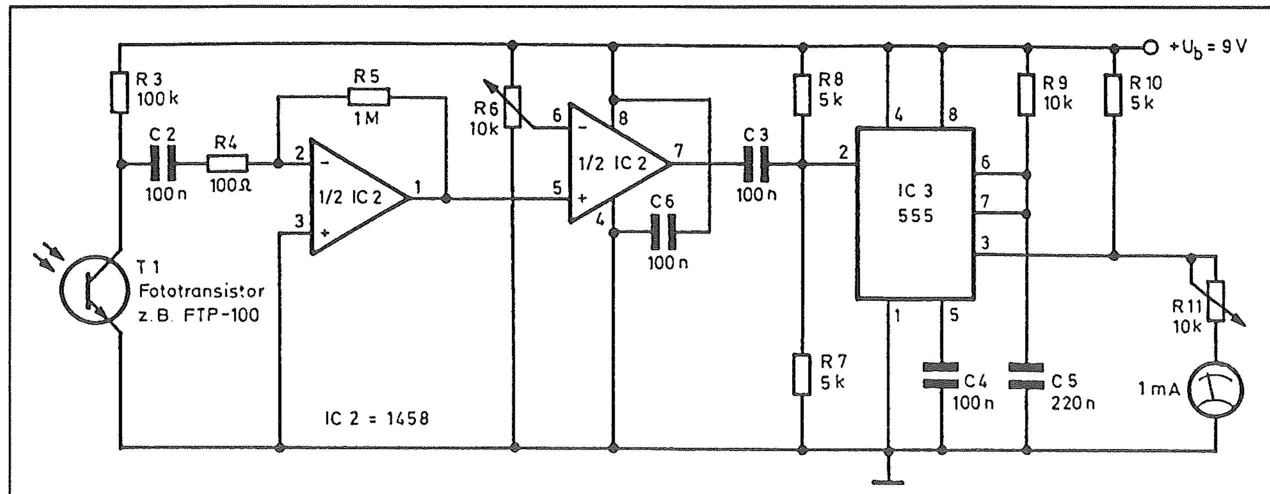
In figuur 3/20.6-60 wordt een PIN-demodulator beschreven, die geschikt is voor het demoduleren van digitale lichtimpulsen met een grote bandbreedte. De drie transistoren vormen een stabiele versterker met een bandbreedte van ongeveer 100 MHz.



Figuur 3/20.6-61: Een PIN-detector met een uit een transistor-array samengestelde versterker.

In figuur 3/20.6-61 staat een PIN-demodulator, waarbij de versterker wordt opgebouwd rond een transistor-array. De voorversterker wordt gevormd door de transistoren TS1, TS2 en TS3. Transistor TS1 is als emittervolger geschakeld. Een deel van de emitterspanning van TS3 wordt naar de basis teruggekoppeld. Hierdoor ontstaat een automatische en zeer stabiele instelling van de PIN-diode. Transistor TS2 is tussengeschakeld om de noodzakelijke fasedraaiing tussen TS1 en TS3 te verkrijgen. De tweede versterkertrap, opgebouwd rond de transistoren TS4 en TS5, is een traditionele tegengekoppelde versterker. Het uitgangssignaal van deze trap is rechtstreeks geschikt voor het aansturen van TTL-logica.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-62: Een demodulator met een foto-transistor als ontvangstelement.

Een foto-transistor als alternatief

In sommige niet-kritische toepassingen, bijvoorbeeld bij het versturen van langzaam variërende meetwaarden via een glasvezelkabel, kan men de (dure) PIN-diode vervangen door een gewone fototransistor. Uiteraard moet men deze meetwaarden eerst omzetten in een digitale pulstrein. In principe kan men daarvoor een schakeling gebruiken zoals getekend in figuur 3/20.6-39 of -40. De daarin aanwezige scheidingscondensatoren moeten dan uiteraard vervallen en de meetwaarde moet op een gelijkspanning gesuperponeerd worden, die overeen komt met de spanning op de spanningsdeler R1/R3 (figuur 3/20.6-39) of met de spanning op pen 5 van de 555 (figuur 3/20.6-40).

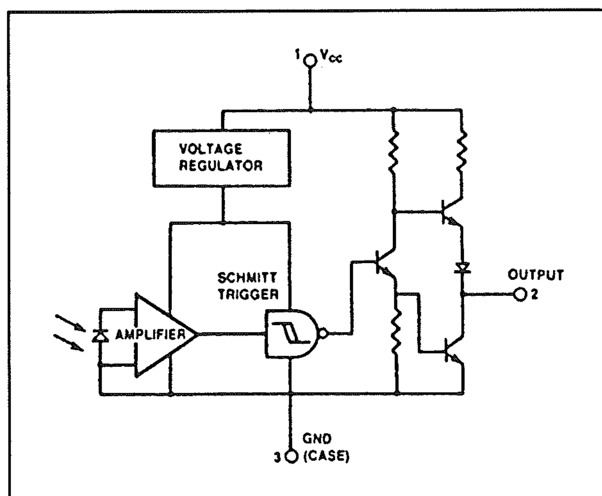
In figuur 3/20.6-62 is als voorbeeld een dergelijke demodulatorschakeling getekend. De invallende digitale lichtimpulsen brengen de foto-transistor in geleiding. De zeer kleine spanningsval die over de weerstand R3 ontstaat wordt flink versterkt door de eerste operationele versterker.

Nadien volgt een tweede operationele versterker, die als comparator is geschakeld. De omslagdrempel van deze schakeling kan ingesteld worden met behulp van de potentiometer R6. De uitgangsspanning van de comparator, een mooie pulstrein waarvan de frequentie afhankelijk is van de grootte van de meetwaarde, wordt aangeboden aan de ingang van een als monostabiele multivibrator geschakelde timer van het type 555. Deze wekt een smalle uitgangspuls op voor iedere triggerpuls op pen 2. Deze pulsjes sturen rechtstreeks een analoge meter aan. Hoe meer pulsjes er op de uitgang verschijnen, hoe groter de gemiddelde stroom zal zijn die door de meter vloeit. De traagheid van de wijzernaald is verantwoordelijk voor het middelen van de pulsinhoud. In feite werkt de meter dus als integrator!

Geïntegreerde demodulatoren

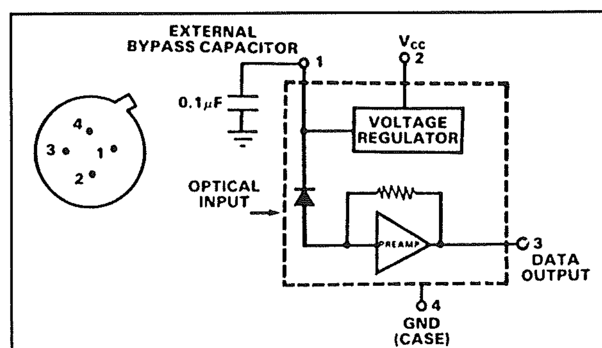
Het zal geen verbazing wekken dat diverse fabrikanten geïntegreerde demodulatoren en/of ontvangers aanbieden. Bij deze schakelingen is de PIN-diode en de noodzakelijke versterkerschakeling in één IC geïntegreerd.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-63: Het interne blokschema van de HFD 3029-002.

In figuur 3/20.6-63 is bijvoorbeeld het interne blokschema getekend van de HFD 3029-002. Deze schakeling bevat een Si PIN-diode, een voorversterker, een Schmitt-trigger en een uitgangstrap die TTL-compatible is. Het IC is bruikbaar voor datasnelheden van DC tot 200 kbit/s en heeft een spectrale gevoeligheid van 800 nm. De uitgang moet afgesloten worden met een belastingsweerstand tussen 390 Ω en 10 kΩ.



Figuur 3/20.6-64: De aansluitgegevens en het interne blokschema van de HFD 3026-002.

In figuur 3/20.6-64 zijn de aansluitgegevens en het interne blokschema getekend van de HFD 3026-002. Ook deze schakeling maakt gebruik van een Si PIN-diode aan de ingang en bevat verder niets meer dan een lineaire voorversterker. De bandbreedte van de schakeling bedraagt 40 MHz en het IC kan gevoed worden uit een standaard voeding van +5 V.

De vier-kanaals ontvanger

In figuur 3/20.6-43 werd een zender voorgesteld, waarmee vier kanalen over één glasvezel verstuurd konden worden. Uiteraard moet ook het ontvangerschema besproken worden. Dit wordt voorgesteld in figuur 3/20.6-65.

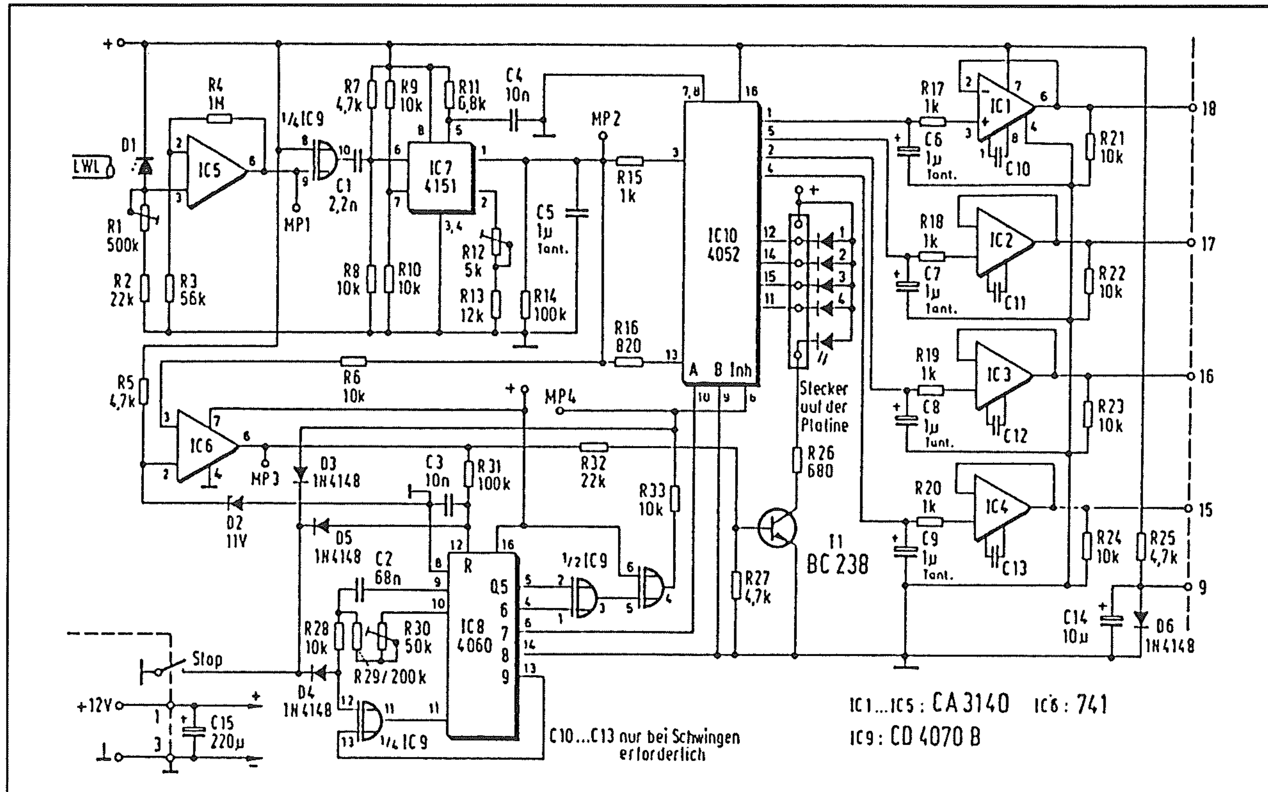
Als diode wordt de PIN-diode D1 toegepast. Verschillende typen zijn bruikbaar, zoals de BPX 42 of de SFH 202. De diode wordt afgesloten met een lineaire versterker IC5, bijvoorbeeld een CA 3140. Met behulp van de potentiometer R1 kan men de versterking van de trap instellen. Op deze manier kan men de schakeling afregelen voor verschillende kabellengten. De uitgang van de operationele versterker wordt door middel van een als inverter geschakelde poort uit IC9 omgezet in een mooie blokpuls.

Ook in de ontvanger wordt een 4151 gebruikt. Nu echter werkt dit IC als frequentie naar spanning omzetter. De schakeling wordt op de gewenste schaalfactor afgeregeld door middel van de instelpotentiometer R12.

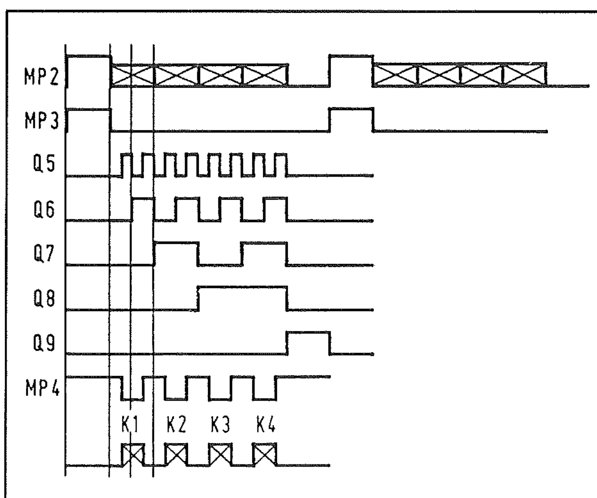
De besturing van de schakeling wordt besproken aan de hand van het timingdiagram van figuur 3/20.6-66.

Als elektronische omschakelaar wordt een CD 4052 gebruikt. Een sector van deze schakelaar schakelt de uitgang van de 4151 naar een van de vier eindtrappen. De meetwaarden worden opgeslagen in tantaalcondensatoren van 1 µF.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-65: De ontvanger, die kan gebruikt worden met de zender van figuur 3/20.6-43.



Figuur 3/20.6-66: Het timing-diagram van de vierkanaals ontvanger.

Deze worden afgesloten met als spanningsvolgers geschakelde operationele versterkers. Op deze manier worden de tantaalcondensatoren nauwelijks belast en zal de meetspanning gedurende het aftasten van de andere kanalen nauwelijks in waarde dalen.

Het tweede segment van de 4052 stuurt vier LED's waarmee men kan controleren welk kanaal wordt ingelezen.

Rest nog de vraag hoe de ontvanger gesynchroniseerd wordt met de zender. Basis van de sync-schakeling is de comparator IC6. Deze vergelijkt de uitgangsspanning van de frequentie naar spanning omzetter met een drempelwaarde. Gedurende de sync-puls levert de 4151 een maximale spanning. Deze spanning is in ieder geval groter dan een van de meetwaarden en zodoende gemakkelijk als sync-puls te herkennen.

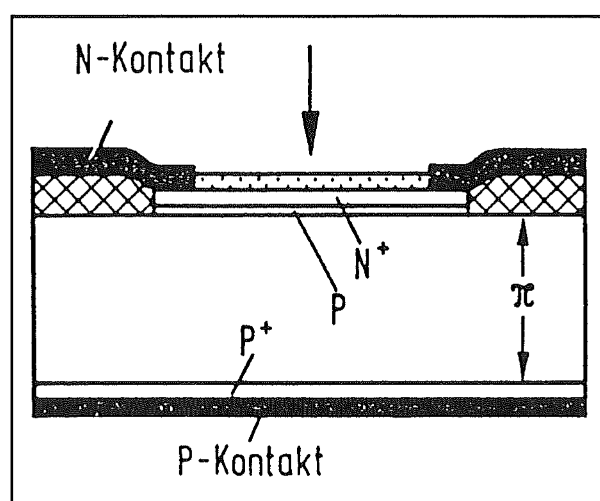
De ontvanger wordt gestuurd door een teller van het type CD4060 (IC8). Deze teller telt totdat hij via de terugkoppeling vanuit pen 13 en de EXOR-poort IC9 gestopt wordt. Met de instelpotentiometer

R390 kan men de aftastfrequentie van de ontvanger afregelen op deze van de zender. De teller begint aan een nieuwe cyclus als de reset gestuurd wordt uit de uitgang van de comparator IC6.
De uitgangen 4 en 5 van de 4060 sturen twee EXOR-poorten aan. Deze schakeling stuurt de inhibit van de elektronische schakelaar 4052. Dit systeem zorgt ervoor dat de elektronische schakelaar maar eerst in de helft van de tijdsduur van een kanaal doorgeschakeld wordt. Op deze manier kan de frequentie van de ontvanger tot +/-5 % afwijken van de frequentie van de zender zonder dat dit problemen oplevert met elkaar "overlappende" kanalen.

De Avalanche-diode als licht-demodulator

Het principe van de Avalanche-diode

Een Avalanche-diode wordt in het Nederlands ook lawine-diode genoemd en wordt in het Engels vaak afgekort tot APD, letterwoord voor "Avalanche Phote Diode.
De werking van deze diode is gebaseerd op het principe dat mobiele ladingsdragers (elektronen of gaten) in een sterk elektrisch veld een versnelling ondergaan en daardoor aan energie winnen. Deze energie kan zo groot worden dat de versnelde ladingsdragers andere elektronen uit het kristalrooster kunnen stoten.
Hierdoor ontstaan nieuwe elektron/gatparen, die ieder weer op hun beurt versneld worden door het grote elektrisch veld en eventueel ook in staat zijn nieuwe paren los te maken. Als gevolg hiervan kan één invallend foton aanleiding zijn tot een lawine van vrije elektronen en vrije gaten. Het zal dus duidelijk zijn dat de stroom door de externe keten vele malen groter is dan bij een PIN-diode. Men zou dus kunnen zeggen dat een Avalanche-diode een foto-diode is met inwendige versterking.



Figuur 3/20.6-67: De samenstelling van een Avalanche-diode.

De constructie van een Avalanche-diode komt in grote lijnen overeen met deze van een PIN-diode. Het enige echt wezenlijke verschil is dat er een extra p-zône wordt gemaakt, zie figuur 3/20.6-67, waarover het sterke elektrisch veld ontstaat. Dit veld is verantwoordelijk voor het lawine-effect.

Voor- en nadelen

Het grote voordeel van een Avalanche-diode is de interne versterking, waardoor de diode veel gevoeliger is dan een PIN-diode. Vandaar dat een APD bij voorkeur gebruikt wordt voor het afsluiten van een lange glasvezelverbinding, waar het optische signaal veel energie verloren heeft. Maar dat is dan ook het enige voordeel van een Avalanche-diode boven een PIN-diode!

20.6 Glasvezel verbindingen

Type	Lichtgevoelig vlak mm²	Openingshoek φ	U_{BR} V
BPW28	ϕ 0.2	35°	140 - 200
S171 P	ϕ 0.2	60°	140 - 200

Figuur 3/20.6-68: De eigenschappen van twee Avalanche-dioden van Telefunken.

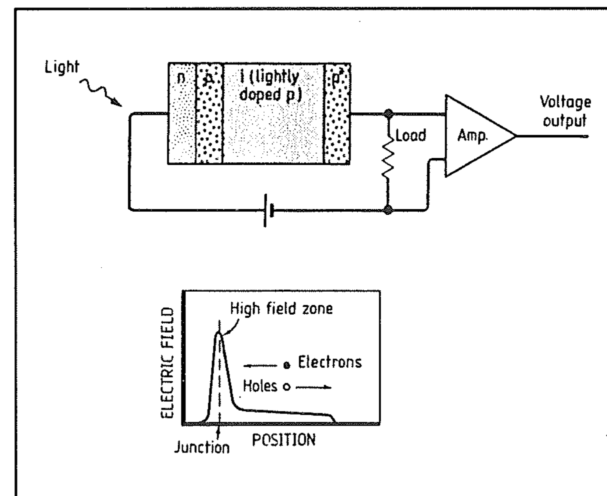
Nadelen zijn dat het lawine-effect in hoge mate afhankelijk is van de omgevingstemperatuur. Bovendien is het in hoge mate een statistisch proces, want niet ieder invallend foton zal een even grote lawine veroorzaken. De stroompulsen die door de diode vloeien zijn dus niet allemaal even groot, waardoor er hoge eisen worden gesteld aan de schakelingen die de diode afsluiten.
Door deze slechte eigenschappen moet een versterker voor een APD een automatische versterkingsregeling hebben en moet men de temperatuur van de diode stabiliseren.
Een derde nadeel is dat een Avalanche-diode moet aangesloten worden op een sperspanning van minstens 100 V, wil er althans van enige versterking in de diode sprake zijn. Vandaar dat men deze dioden alleen in zeer professionele toepassingen zal aantreffen.
Een vierde nadeel is dat de donkerstroom van een gemiddelde Avalanche-diode rond de 500 nA kan liggen en dus beduidend hoger is dan dezelfde grootheid bij PIN-dioden.

Ook bij de Avalanche-diode kan men zowel met silicium als germanium werken. En ook nu hangt de keuze af van de golflengte van het licht dat uit de glasvezelkabel komt. Voor golflengten kleiner dan 1.000 nm gebruikt men silicium, voor grotere golflengten moet men overschakelen naar germanium.

In de tabel van figuur 3/20.6-68 zijn de specificaties van twee Avalanche-dioden van Telefunken samengevat.

Basisschakeling met een Avalanche-diode

In principe kan men de Avalanche-diode op dezelfde manier toepassen als de PIN-diode, zie figuur 3/20.6-69.



Figuur 3/20.6-69: Het basisschema van een demodulator met een Avalanche-diode.

De diode wordt op een sperspanning aangesloten, in serie met een weerstand.
De stroom door de diode wekt over de weerstand een spanning op, die verder versterkt wordt tot een bruikbare waarde.

20.6 Glasvezel verbindingen

De connectoren

Inleiding

Een van de grootste problemen in de praktijk van glasvezelcommunicatie is het optisch koppelen van de verschillende onderdelen van de glasvezel verbinding. Op de eerste plaats moet de glasvezel gekoppeld worden aan de LED of LASERD bij de zender en aan de PIN- of Avalanche-diode bij de ontvanger. Op de tweede plaats kan het voorkomen dat men twee glasvezels aan elkaar moet koppelen.
Het eerste probleem is het eenvoudigst op te lossen. De dioden hebben immers een vrij groot stralingsvlak respectievelijk gevoelig oppervlak. Het maakt dan niet zo erg veel uit of de vezel precies in het hart van de diode staat. Glasvezels zijn echter uiterst dun en bij het koppelen van twee glasvezels veroorzaakt de minste of geringste afwijking in de connectoren een zeer grote demping of zelfs het verbreken van de verbinding. Het zal duidelijk zijn dat dit probleem groter wordt naarmate de diameter van de glasvezel dunner wordt. Denk er bijvoorbeeld aan dat er monomodus vezels beschikbaar zijn waarbij de kern een diameter heeft van slechts 0,003 mm! De minste of geringste afwijking in de connectoren heeft tot gevolg dat de stralende vezel de lichtenergie volledig op een verkeerde plaats projecteert en dat de ontvangende vezel niets dan duisternis ziet.

Voorbereidingen

Alvorens men connectoren aan glasvezels kan bevestigen of glasvezels kan koppelen met dioden moet het uiteinde van de vezel voorbewerkt worden. Het volstaat immers niet een glasvezelkabel even met een kniptang door te knippen! Het vezeleinde wordt dan gebroken en op de grillige breuklijn kan men niets anders dan ongewenste lichtreflecties en -brekingen verwachten. Een glasvezelkabel moet met een scherp mes gesneden worden. Nadien moet men de glasvezel enige centimeter vrijmaken (de lengte hangt uiteraard af van de constructie van de connector) en het vrije uiteinde slijpen en polijsten. Daarvoor zijn speciale apparaatjes in de handel.
Dat zijn in feite niets anders dan subminiatuur slijp apparaatjes, met een slijpschijfje ten grootte van een rijksdaalder. De apparaatjes werken in de meeste gevallen automatisch, net zoals een elektrische puntenslijper. Na de behandeling is het snijvlak van de vezel netjes loodrecht gepolijst ten opzichte van de lengte-as van de vezel.

Verzwakkingen bij glasvezel/glasvezel-koppeling

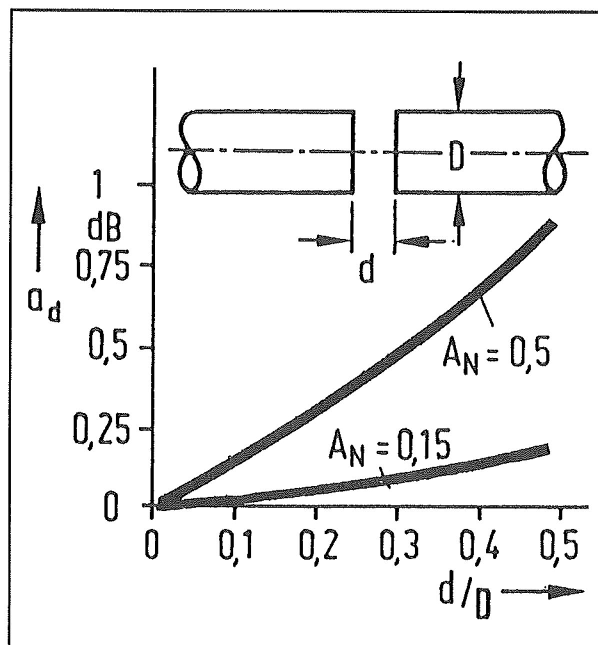
Het verbinden van twee glasvezels door middel van connectoren kan drie verschillende dempingen tot gevolg hebben, die nu in het kort worden besproken.

De eerste oorzaak van demping is dat de middellijn van de ene vezel niet precies in het verlengde van de middellijn van de andere vezel ligt. Deze verzwakking is voorgesteld in figuur 3/20.6-70. In deze grafiek wordt de verzwakking in dB uitgedrukt in functie van de verhouding tussen de afwijking σ en de middellijn D van de vezel.

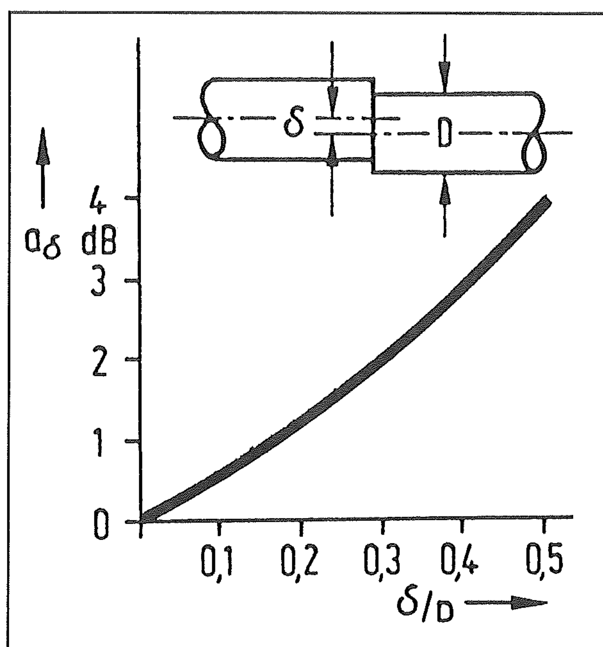
Een tweede dempingsoorzaak is dat het uiteinde van de ene vezel geen goed optisch contact maakt met het uiteinde van de andere vezel.
Deze demping wordt voorgesteld in de grafiek van figuur 3/20.6-71.

20.6 Glasvezel verbindingen

In deze grafiek wordt de demping in dB uitgezet in functie van de verhouding tussen de luchtspleet d tussen beide vezels en de diameter D van de vezels. Uit de grafiek blijkt dat de numerieke appertuur A_N een belangrijke rol speelt.
Hoe kleiner deze parameter, hoe minder last de verbinding heeft van deze demping.

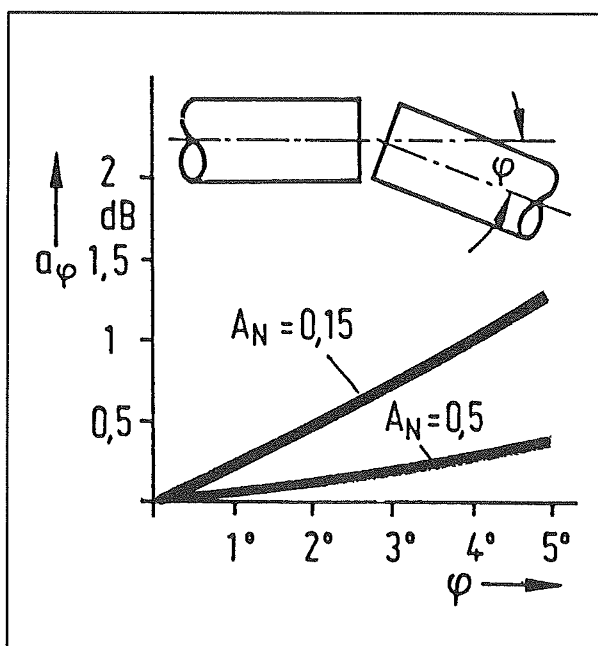


Figuur 3/20.6-71: Demping door het ontstaan van een luchtspleet tussen beide vezeluiteinden.



Figuur 3/20.6-70: Verzwakking als gevolg van het niet in lijn liggen van de twee vezels.

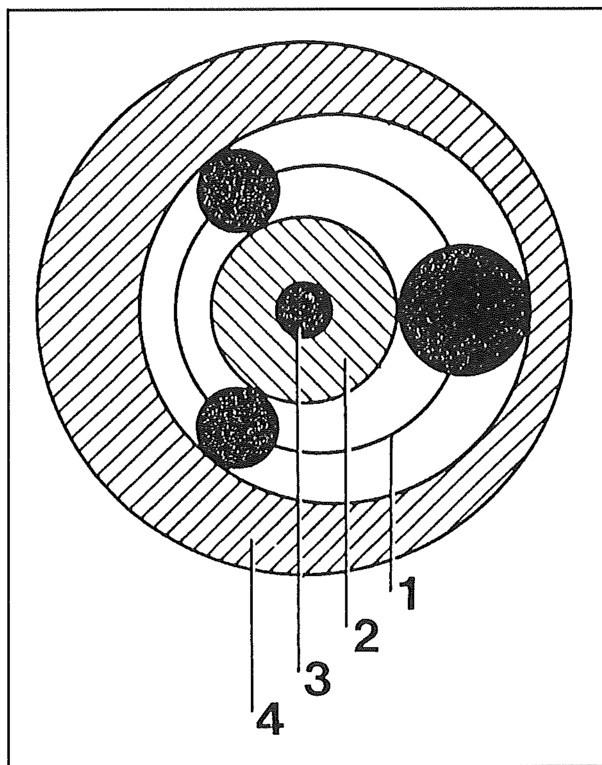
Een derde demping kan, dat ligt voor de hand, ontstaan als de twee vezels niet precies onder een hoek van 180° gekoppeld zijn. Deze dempingen worden voorgesteld in figuur 3/20.6-72. In deze grafiek wordt de demping in dB uitgedrukt in functie van de hoek σ, die de afwijking ten opzichte van de ideale 180° geeft. Ook deze demping is afhankelijk van de numerieke appertuur A_N van de vezel.



Figuur 3/20.6-72: De demping als gevolg van niet precies uitgelijnde koppeling tussen twee glasvezels.

20.6 Glasvezel verbindingen

Hoewel de dempingsverliezing volgens de grafieken niet erg groot lijken, mag men toch niet vergeten dat het op dit moment mogelijk is glasvezelkabels te maken met een eigen demping van slechts 0,5 dB/km. In dit licht bekeken is een extra demping van 2 dB als gevolg van connectorverliezen natuurlijk erg veel, want dat kost 4 km kabellengte!



Figuur 3/20.6-73: Het principe van de afregelbare connector.

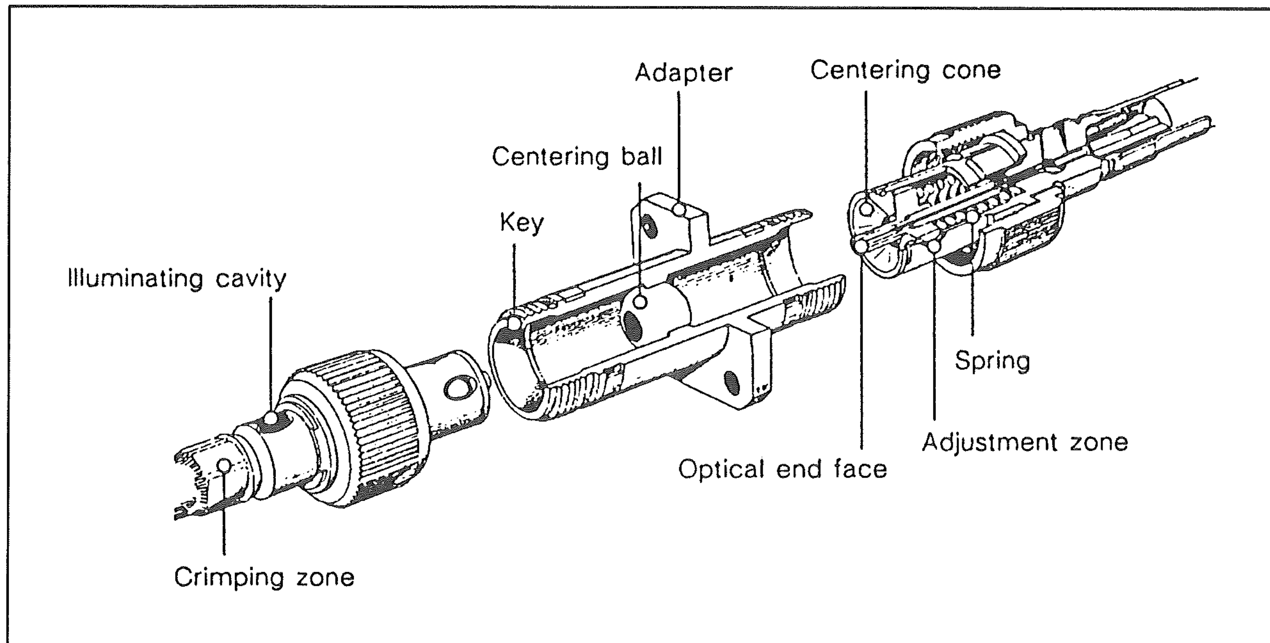
Optische vezel-naar-vezel connectoren
De fabrikanten van optische vezel-naar-vezel connectoren moeten met de drie beschreven dempingsbronnen uiteraard goed rekening houden. Er zijn verschillende methodes ontwikkeld om de dempingsverliezen in de connectoren zo klein mogelijk te maken. Hoewel er vaste, niet af te regelen connectoren op de markt zijn, zoeken de meeste fabrikanten het in afregelbare connectoren. Dat "afregelen" is natuurlijk nu geen elektronisch begrip, maar een optisch.

Afregelbare vezel-naar-vezel connectoren
In de meeste gevallen werken afregelbare connectoren met twee excentrische ringen. Door aan één ring van de mannelijke connector te draaien kan men het einde van de glasvezel precies in lijn brengen met het einde van de tweede glasvezel in de vrouwelijke connector.

Het principe van een dergelijke afregelbare connector is getekend in figuur 3/20.6-73. De glasvezel [3] wordt in een cylindrische behuizing [2] geperst. Deze behuizing kan via drie kogellagers draaien in de behuizing [4] van de connector. Deze is echter excentrisch voorzien van een boring. Door nu de buitenste ring [4] te draaien ten opzichte van de binnenste ring [2] kan men de positie van de glasvezel wijzigen. Op deze manier kan men de vezel precies in lijn brengen met de vezel in de vrouwelijke connector.

Als voorbeeld van een praktische uitvoering van een afregelbare connector is in figuur 3/20.6-74 een optische connector van Radiall getekend. De twee glasvezels worden hier door middel van een "centering ball", een soort klein lensje, optisch gekoppeld. De luchtspleet wordt uitgeschakeld doordat de twee connectoren door middel van schroefkoppelingen op de adapter bevestigd worden. Een van de connectoren, de rechtse, kan op de beschreven manier worden afgeregeld.
Het zal duidelijk zijn dat het toepassen van afregelbare connectoren grote eisen stelt aan het instrumentarium van de installateur. Het afregelen is uiteraard alleen mogelijk als de glasvezel wordt bestraald met licht.

20.6 Glasvezel verbindingen



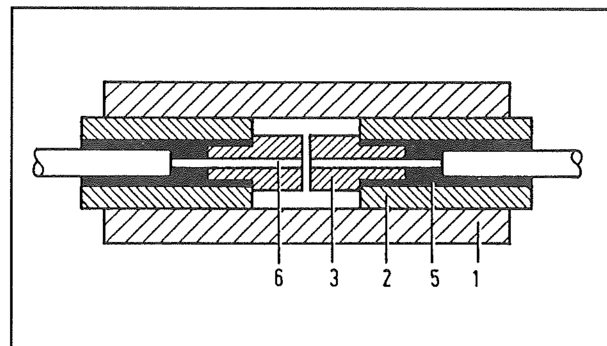
Figuur 3/20.6-74: Een voorbeeld van een afregelbare connector uit het programma van Radiall.

Er is speciale meetapparatuur, bestaande uit een optische zender en een optische ontvanger, die men kan gebruiken om dergelijke connectoren precies op elkaar af te regelen.

In de meeste gevallen worden afregelbare connectoren alleen toegepast als men werkt met zeer dunne monomodus step index kabels. Vanwege de zeer dunne core zijn de dempingsverliezen die kunnen ontstaan door niet goed afgeregelde connectoren daarbij immers het grootst.

Vaste vezel-naar-vezel connectoren

Vaste vezel-naar-vezel connectoren worden in de meeste gevallen toegepast als men werkt met dikke vezels, zoals multimodus glasvezels of kunststof vezels. Aan de verbindingen worden dan immers niet zo'n hoge eisen gesteld dan bij monomodus vezels. De meest eenvoudige uitvoering van een vaste connector is getekend in figuur 3/20.6-75.



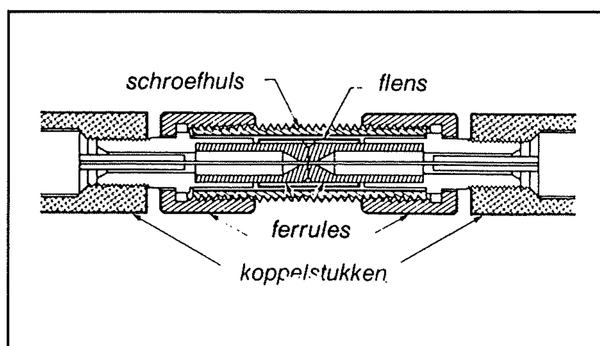
Figuur 3/20.6-75: Een eenvoudige vaste connector.

De glasvezels [6] worden in een connectorkop [3] gevoerd. In deze kop is een fijn gaatje aangebracht, dat een iets grotere diameter heeft dan de vezel. De kabels worden met lijm [5] in de connectorcylinders [2] bevestigd. De twee cylinders passen zuigend in de geleidebus [1].

Om het contact tussen de twee uiteinden van de vezels te verbeteren maakt men vaak gebruik van schroefconnectoren. In

20.6 Glasvezel verbindingen

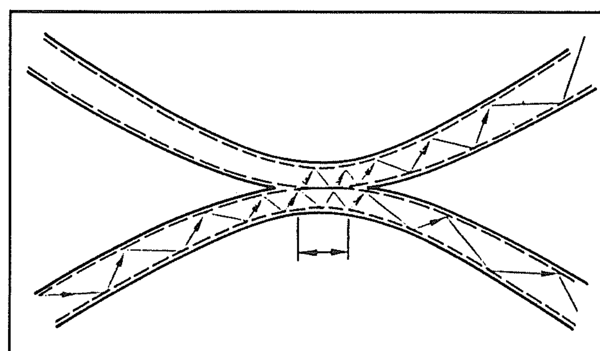
figuur 3/20.6-76 is als voorbeeld de doorsnede door een dergelijke connector van Hewlett-Packard getekend. De vezels worden weer in twee flenzen gevoerd, die voorzien zijn van kleine openingen. De twee flenzen worden in een schroefhuls geschoven. Nadien worden er aan weerszijden zogenoemde "ferrules" aangebracht, die op de schroefhuls worden geschroefd. Op deze manier worden de vezels door de kleine gaatjes van de flenzen geperst en wordt een intiem optisch contact tussen beide vezels verzekerd. De koppelstukken zijn noodzakelijk om de verbinding tussen de connector en de glasvezelkabel mechanisch te ontlasten.



Figuur 3/20.6-76: Een doorsnede door een vaste schroefconnector.

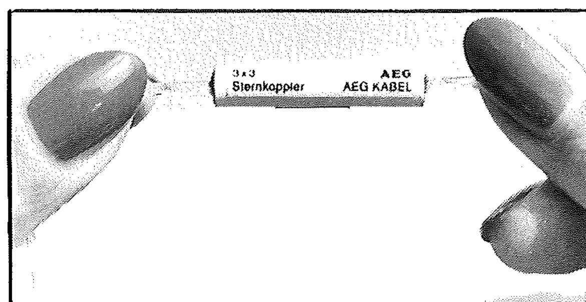
T-koppelingen of bundelsplitsers

Tot nu toe is in feite alleen een recht-toe-recht-aan verbinding behandeld tussen één zender en één ontvanger. Maar in de praktijk zal het vaak voorkomen dat een zender met verschillende ontvangers verbonden moet worden. In de traditionele kopertechniek is dat geen probleem. Een soldeerbout en wat tin volstaan om de van de zender komende kabel aan twee of meer kabels vast te solderen die naar de ontvangers gaan. Uiteraard is zelfs zo iets simpel in de vezeltechniek een groot probleem. Men kan niet zomaar drie glasvezelkabels aan elkaar bevestigen! Om dit probleem op te lossen zijn diverse technieken ontwikkeld.



Figuur 3/20.6-77: Een bundelsplitser ontstaat door het gedeeltelijk in elkaar smelten van twee glasvezels.

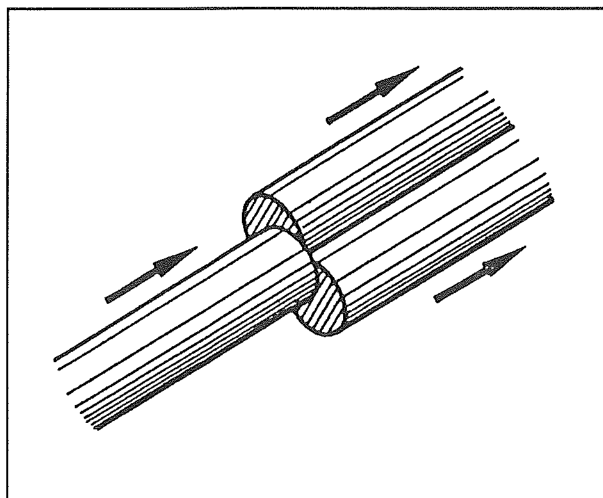
Een van de technieken maakt gebruik van in elkaar gesmolten glasvezels. Dit is voorgesteld in figuur 3/20.6-77. Bij het verwarmen van de vezels worden deze blootgesteld aan een bepaalde trekkracht, zodat de vezels op de plaats waar zij in elkaar worden gesmolten iets dunner worden. Door de diameterverkleining zullen plaatselijk extra modi in de vezel ontstaan en deze hogere modi zijn er verantwoordelijk voor dat de lichtbundel zich splitst en zich verder voortplant in de twee uitvoerende vezels. Uiteraard gaat dit fenomeen gepaard met een bepaalde demping.



Figuur 3/20.6-78: Een praktische uitvoering van een zogenoemde "sterkoppeling".

20.6 Glasvezel verbindingen

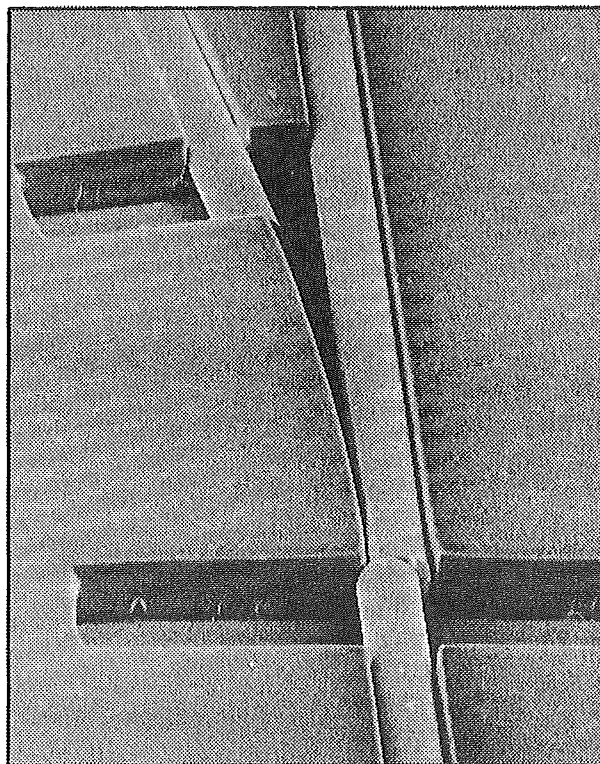
In figuur 3/20.6-78 is een praktische uitvoering gegeven van een dergelijke zogenoemde "sterkoppeling". De koppeling, in dit geval van AEG, zit in een volledig luchtdichte behuizing en deze is aan weerszijden voorzien van enige decimeter glasvezelkabel. Uiteraard moet een dergelijke koppeling toch nog via connectoren verbonden worden met de feitelijke glasvezelkabels.



Figuur 3/20.6-79: Een T-koppeling die vaak bij multimodus vezels wordt toegepast.

Een tweede techniek wordt voornamelijk toegepast bij dikke multimodus vezels. Hier worden, zie figuur 3/20.6-79, de geslepen uiteinden van drie vezels op elkaar gezet, waarbij het uiteraard niet anders kan dan dat de instralende vezel maar de helft van iedere uitstralende vezel "ziet". Hetgeen tot gevolg heeft dat de lichtenergie gedeeltelijk verloren gaat en het nuttige deel zich in twee even grote delen splitst. Iedere uittredende vezel voert dus minder dan de helft van het vermogen van de instralende vezel!

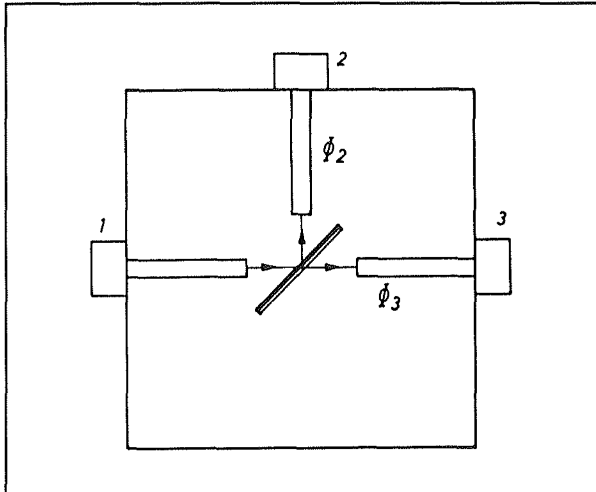
Dergelijke koppelingen worden tegenwoordig met geëtste technieken, ontleend aan de IC-technologie, op µm-schaal geproduceerd. Om een voorbeeld te geven wordt in figuur 3/20.6-80 een praktische uitvoering van een dergelijke "geïntegreerde" T-koppeling geschetst. De drie glasvezels worden in een blokje basismateriaal ingeklemd, door de niet radiale uitlijning van de twee rechter vezels ontstaat een verstrooiing van de invallende energie naar de linker vezel.



Figuur 3/20.6-80: Een "geïntegreerde" uitvoering van een T-koppeling.

Een derde splitsingstechniek maakt gebruik van een half doorlatend spiegeltje. Deze methode is geschetst in figuur 3/20.6-81. Het onder een hoek van 45° opgestelde spiegeltje reflecteert een deel van de via connector 1 intredende lichtenergie naar uitgang 2. De energie die door de spiegel wordt doorgelaten wordt doorgekoppeld naar uitgang 3.

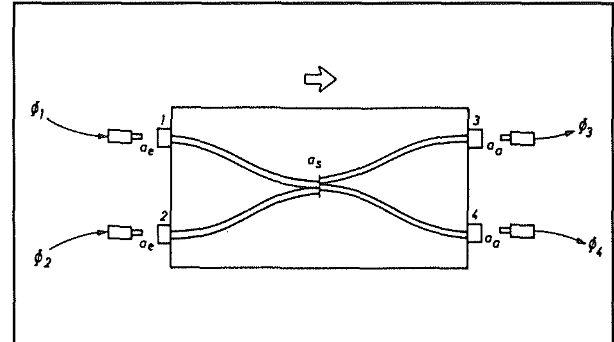
20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-81: Een T-koppeling door middel van een half doorlatend spiegeltje.

De energieverhouding tussen de twee uittredende lichtstralen wordt volledig bepaald door de fysische eigenschappen van het spiegeltje.

Tot slot van deze paragraaf wordt aan de hand van figuur 3/20.6-82 een koppeling besproken, waarbij twee instralende glasvezels hun energie doorgeven aan twee uitstralende vezels. Uitgegaan wordt van relatief dikke vezels met een diameter van ongeveer 200 μm en een numerieke appertuur van 0,4. De vezels zijn ten opzichte van elkaar over ongeveer 50 μm radiaal verschoven. Door deze verschuiving ontstaat het koppelingseffect.
Bij de genoemde vezelparameters resulteert deze verschuiving in een verlies van ongeveer 1,7 dB. De vier connectoren kunnen zo ontworpen worden dat in iedere connector een verzwakking van ongeveer 1 dB ontstaat. De totale demping tussen een ingang en een uitgang bedraagt dus bij een dergelijk systeem ongeveer 3,7 dB. Dat is veel vergeleken met de kilometer-demping van een moderne glasvezel, maar niet te vermijden.



Figuur 3/20.6-82: Een koppeling tussen twee in- en twee uitstralende glasvezels.

Tot slot van deze paragraaf een belangrijke opmerking. In tegenstelling tot de traditionele kopertechniek veroorzaakt iedere koppeling tussen twee of meerdere glasvezels een demping, die veel en veel groter is dan de specifieke km-demping van moderne vezels. Vandaar dat het in de glasvezelcommunicatie verstandig is van zo weinig mogelijk connectoren gebruik te maken.

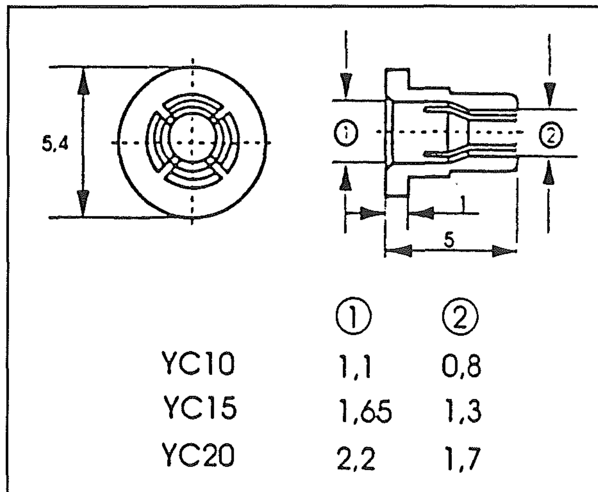
De koppeling tussen glasvezel en LED of LASERD

Zoals reeds geschreven, zijn de eisen die aan de koppeling tussen de glasvezel en de instralende LED of LASERD gesteld worden minder hoog dan deze die gesteld worden aan de koppeling van de ene aan de andere glasvezel. Er bestaan twee koppelingssystemen, namelijk vaste koppelingen en verwijderbare koppelingen. De eerstgenoemde wordt eenmalig aangebracht en kan nadien niet meer verbroken worden.
De tweede maakt, hoe kan het anders, gebruik van connectoren. Het unieke is echter dat er op dit moment tal van connectoren in de handel zijn, waarbij de LED of LASERD in de connector geïntegreerd is.

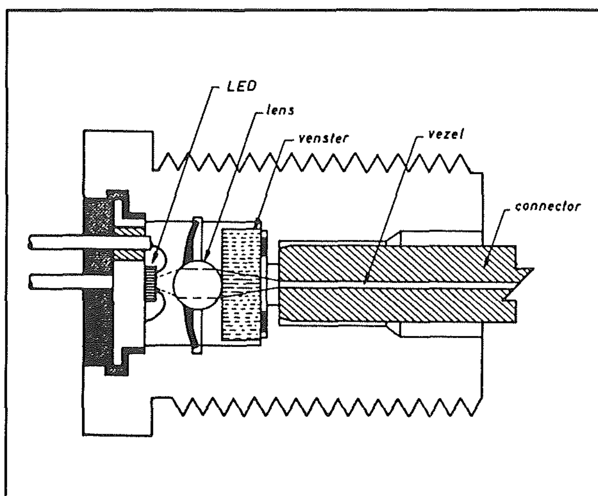
20.6 Glasvezel verbindingen

Vaste koppeling

De meest eenvoudige uitvoering van een vaste koppeling is getekend in figuur 3/20.6-83.



Figuur 3/20.6-83: Een zogenoemde "clip", waarmee een vaste koppeling tussen een infrarode LED en een glasvezelkabel gemaakt wordt.



Figuur 3/20.6-84: Een doorsnede door een verwijderbare koppeling tussen een LED en een glasvezel.

Deze zogenoemde "clip's" zijn bedoeld om een vrij dikke glasvezelkabel optisch te koppelen met een infrarode LED. De drie door Telefunken leverbare typen zijn bestemd voor kabeldiameters van 1,0 mm, 1,5 mm en 2,0 mm. De clip wordt over de LED geschoven, de kabel klemt zichzelf aan de andere kant van de clip vast.

Verwijderbare koppelingen

Hoewel er diverse systemen in omloop zijn en er van standaardisatie geen sprake is, werken de meeste verwijderbare koppelingen volgens het principe dat getekend is in figuur 3/20.6-84.
De LED is opgenomen in een metalen behuizing, voorzien van schroefdraad. De connector van de glasvezelkabel wordt op deze schroefdraad geschroefd. De LED koppelt zijn lichtemissie via een lensje en een optisch venster in de vezel. Uiteraard moet het licht binnen de door de eigenschappen van de vezel bepaalde acceptatiekegel blijven. Dit is zeker bij zenders met LASERD's een voorname eis, omdat de uittredingshoek bij deze zenders vrij klein is.

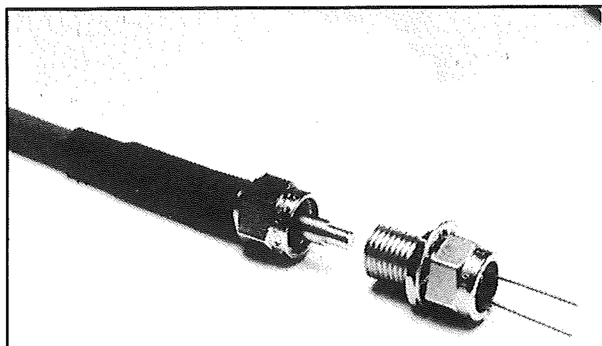
Bij de keuze van een dergelijke geïntegreerde connector moet met vijf eisen rekening worden gehouden:
- de golflengte waarop het systeem werkt;
- het vereiste stralingsvermogen, afhankelijk van de te overbruggen afstand en de totale demping over deze afstand;
- de doorsnede van de vezel;
- de vereiste acceptatiekegel;
- de vereiste bandbreedte van het systeem.

Het is dus logisch dat men niet zomaar gelijk welk systeem kan aanschaffen en hopen dat het dan goed gaat!

In figuur 3/20.6-85 is een praktische uitvoering gegeven van een dergelijke LED/vezel-koppeling. Het vrouwelijke

20.6 Glasvezel verbindingen

connectordeel bevat de LED en kan via een gat in het chassis van een apparaat worden bevestigd. De mannelijke connector wordt aan de glasvezel gemonteerd en wordt nadien op de vrouwelijke connector geschroefd.



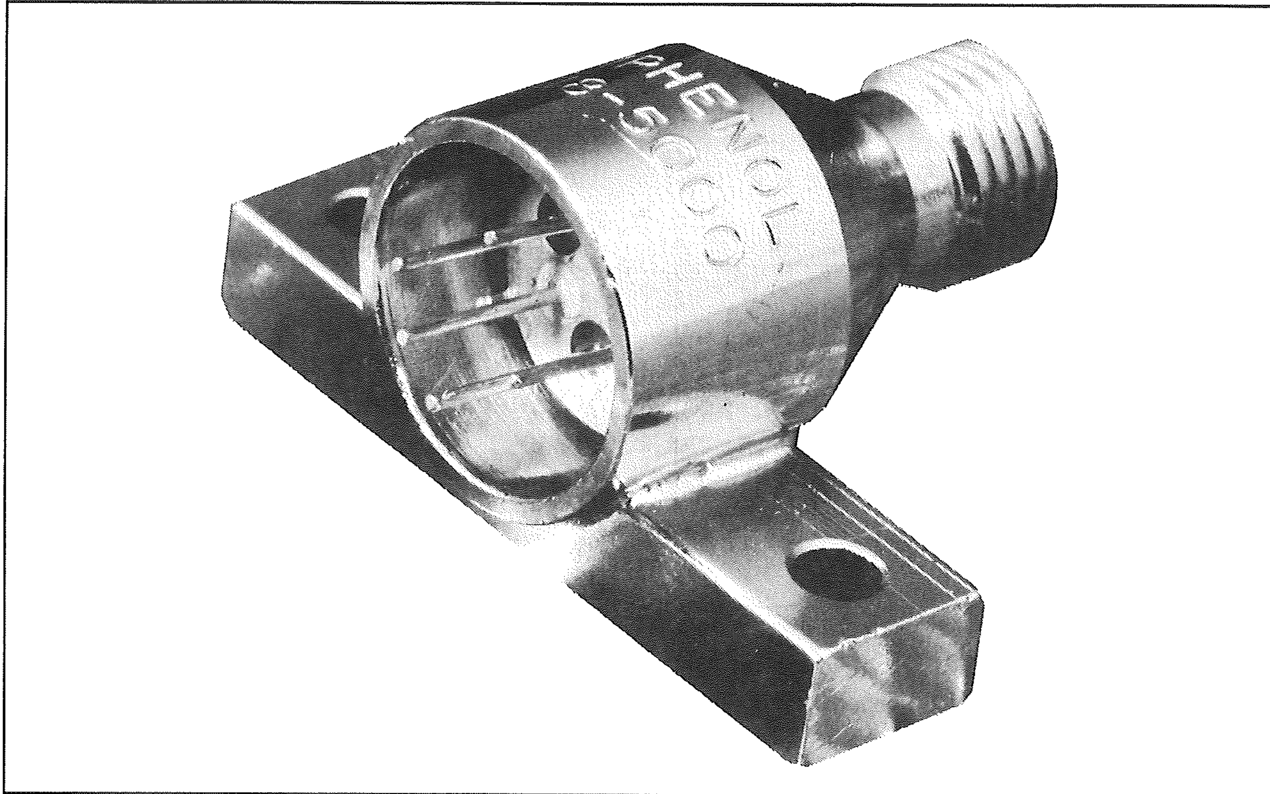
Figuur 3/20.6-85: Een praktisch voorbeeld van een LED/vezel-koppeling met schroefverbinding.

In figuur 3/20.6-86 wordt een praktisch voorbeeld voorgesteld van een volgens hetzelfde principe uitgevoerde koppeling tussen een LASERD en een vezel. Nu kan de vrouwelijke connector op de rand van een print worden bevestigd. Het geheel moet nadien door middel van drie draadjes met de elektronische schakeling worden verbonden. Het derde draadje is uiteraard de aansluiting van de monitor-PIN in de laser!
Uiteraard zal het in de moderne tijd niemand verbazen dat diverse fabrikanten volledige printuitvoeringen van dergelijke onderdelen op de markt brengen. Voorbeelden hiervan zijn Siemens en Hirschmann. In figuur 3/20.6-87 wordt als voorbeeld een Siemens-connector met geïntegreerde LED uit de SFH-familie voorgesteld. Deze familie bestaat uit vier leden, die onderling nogal afwijkende specificaties hebben. De belangrijkste gegevens zijn samengevat in de tabel van figuur 3/20.6-88.

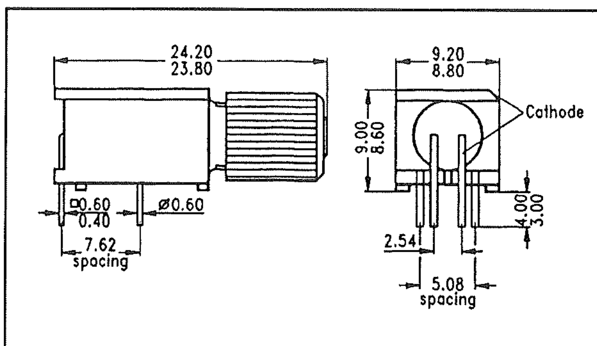
De koppeling tussen glasvezel en PIN
Over deze koppeling valt in feite hetzelfde verhaal te vertellen als over de koppeling tussen glasvezel en LED of LASERD. Ook hier zijn tegenwoordig tal van geïntegreerde oplossingen voorradig, waarbij in één behuizing de (schroef)connector, de PIN-diode en de voorversterker zijn geïntegreerd. Vanwege de speciale schakeltechnische voorzieningen die men bij Avalanche-dioden moet treffen zal het geen verbazing wekken dat dergelijke onderdelen met dit soort dioden niet geleverd worden.
Als voorbeeld wordt in figuur 3/20.6-89 de geïntegreerde ontvanger SFH 551 V van Siemens voorgesteld.
Deze kan digitale gegevens verwerken tot een snelheid van 5 Mbit/s. Het onderdeel levert een digitale "L" voor ontvangen vermogens tussen 4 en 50 µW en gaat daarboven naar "H". De stijg- en daaltijden van de uitgangspuls bedragen 75 ns. De detector is inzetbaar over het gehele praktische golflengtebereik van glasvezels.

De FDDI-MIC
Dit geheimzinnige letterwoord staat voor "Fiber Distributed Data Interface Media Interface Connector". De FDDI-MIC is een gestandaardiseerde connector voor optische data-uitwisseling tussen systemen. Het systeem werkt bi-directioneel. Dat wil zeggen dat in één kabel twee glasvezels aanwezig zijn. Deze verzorgen het dataverkeer in beide richtingen. Iedere connector koppelt dus met een zender en een ontvanger en uiteraard wordt de zender van de ene connector via de kabel verbonden met de ontvanger van de andere connector en vice versa. In figuur 3/20.6-90 zijn de afmetingen van deze gestandaardiseerde connectoren voor optische data-overdracht getekend.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-86: Een praktisch voorbeeld van een LASERD/vezel-koppeling.



Figuur 3/20.6-87: Een printconnector van Siemens met geïntegreerde LED.

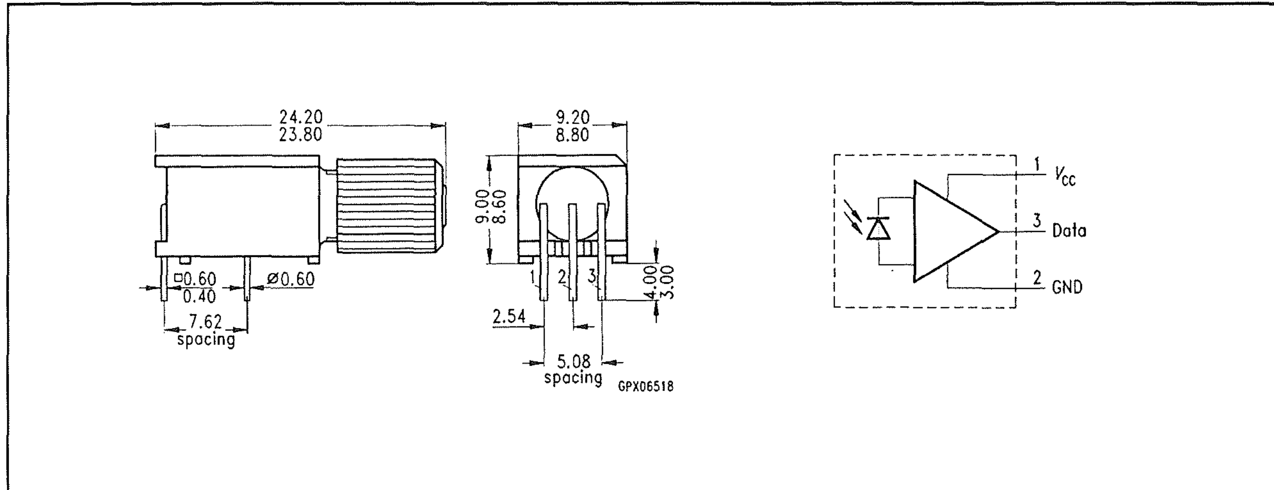
Typ Type	φ_{in} Plastic-faser Plastic Fibre μW	λ_{peak} nm	t_r μs	t_f μs
SFH 450 V	90	950	1	1
SFH 452 V	180	770	0.04	0.04
SFH 750 V	9	660	0.12	0.05
SFH 752 V	80	665	0.07	0.1

Figuur 3/20.6-88: De technische gegevens van de vier leden van de SFH-familie van Siemens.

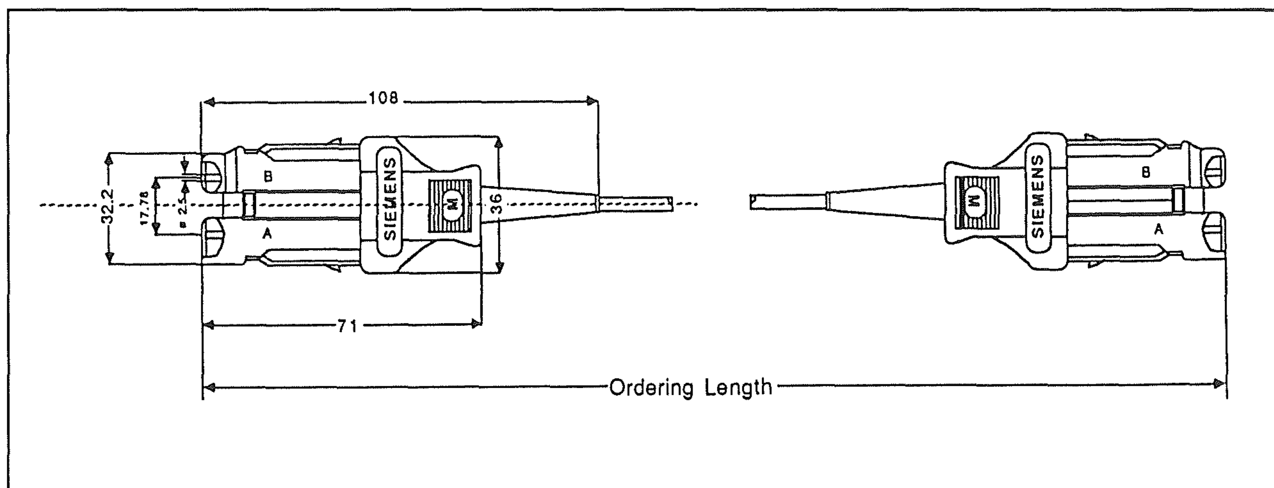
Uiteraard bevat het FDDI-MIC systeem ook vrouwelijke connectoren, die geïntegreerde LED's en PIN-diodes bevatten met alle noodzakelijke elektronica.
In figuur 3/20.6-91 is een dergelijke module van Siemens getekend.

Dit module, met als typenummer V23806-A3-A2, bevat een zender met een maximale data-overdracht van 125 MBaud en een identieke ontvanger.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-89: De afmetingen en het interne blokschema van de SFH 551 V van Siemens.



Figuur 3/20.6-90: De afmetingen van de gestandaardiseerde FDDI-MIC connectoren.

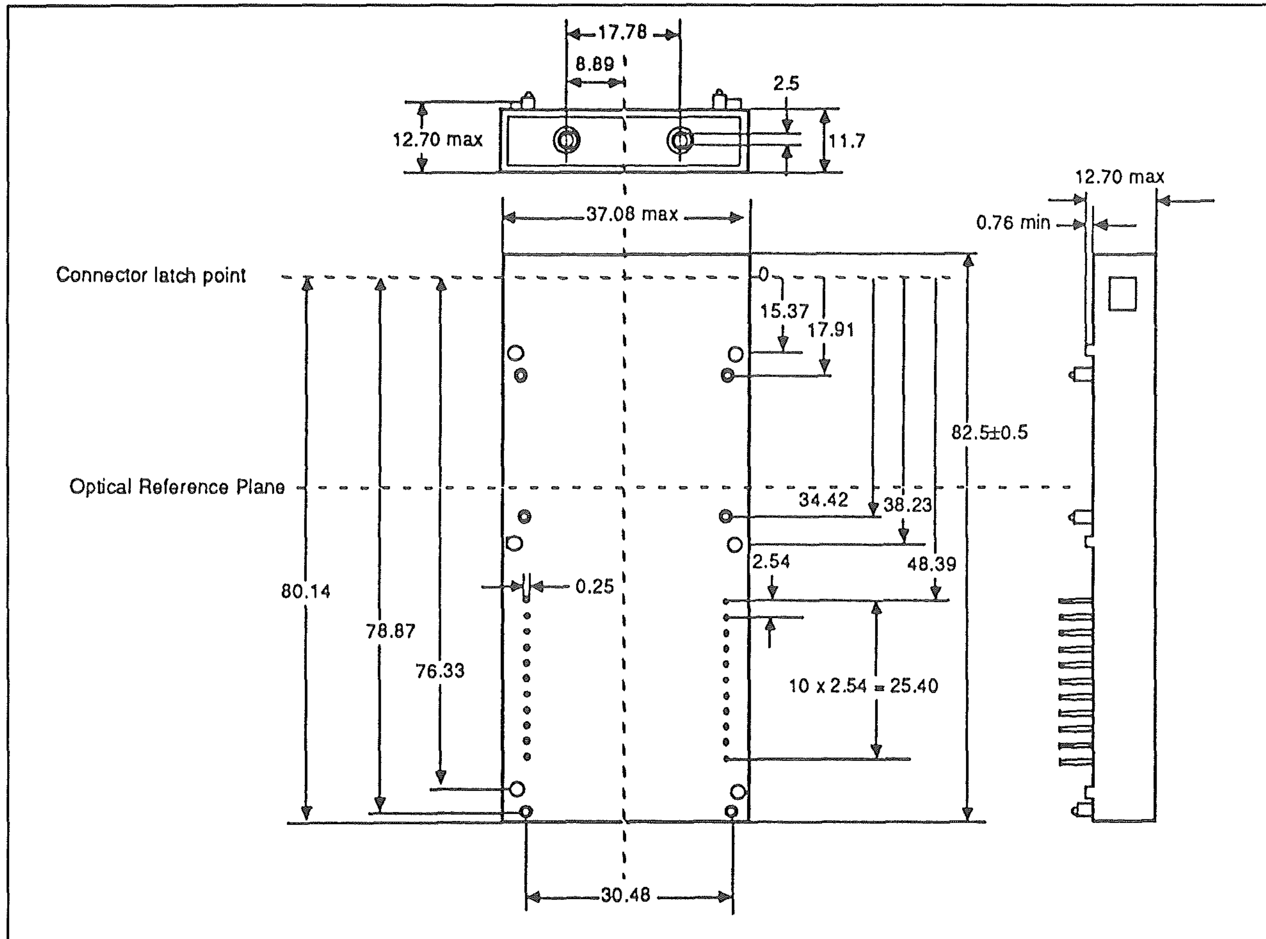
De module wordt gevoed met de standaard +5 V van alle digitale systemen. Het systeem werkt op een golflengte van 1.270 nm. De zender levert een optisch vermogen van -16,0 dBm en heeft optische stijg- en daaltijden van slechts 0,6 ns. De ontvanger heeft een optische gevoeligheid van gemiddeld -33 dBm en is verzadigd bij -13 dBm.

Een experimenteer systeem van Hirschmann

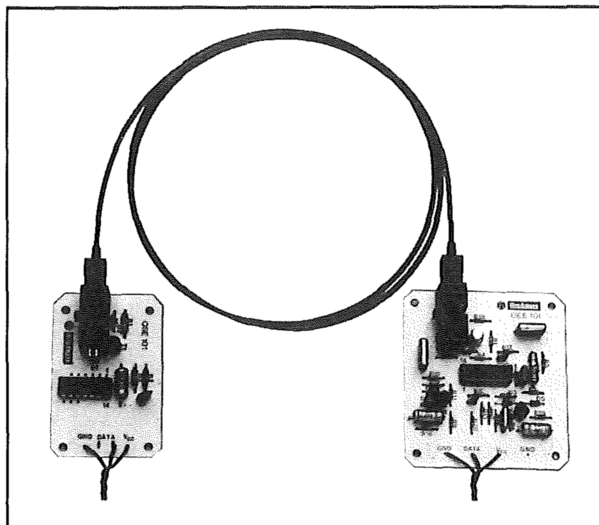
Tot slot van dit subhoofdstuk over optische connectoren is het wel handig voor de doe-het-zelver om even aandacht te besteden aan een praktisch experimenteer systeem dat in bouwpakketvorm wordt aangeboden door de Duitse firma Hirschmann.

Dit setje bestaat uit twee kleine printjes, waarop de koppelingen tussen glasvezel en LED enerzijds en tussen glasvezel en PIN-diode anderzijds zijn geïntegreerd. Het geheel wordt geleverd met een kleine glasvezelkabel, die in de fabriek reeds voorzien is van twee connectoren (zie figuur 3/20.6-92).

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-91: De zender/ontvanger voor het FDDI-MIC systeem.



Figuur 3/20.6-92: De experimenteerset OXE 101 van Hirschmann.

De zender moet digitaal aangestuurd worden en de ontvanger levert eveneens digitale uitgangspulsen af. Met de basisset OXE 101 kunnen in principe afstanden tot 35 m worden overbrugd.
Wie verder wil kan gebruik maken van de set's OXD 002 of OXD 032. Hiermee kunnen afstanden van maximaal 2 km overbrugd worden.

Optische “elektronica”

Inleiding

Wat verstaat men onder optische “elektronica”? Tot nu toe in een strikte scheiding

gemaakt tussen het elektronische en het optische deel van een glasvezel verbinding. De elektronica zorgt voor de modulatie in de zender en voor de demodulatie in de ontvanger. Het optische systeem zorgt alleen voor het overdragen van de optische energie van zender naar ontvanger.

De moderne technologie is echter bezig zuiver optische systemen te ontwikkelen, die een deel van de elektronische taken kunnen overnemen. Zo is men er bijvoorbeeld in geslaagd zuiver optisch werkende modulatoren te ontwerpen. De LED of de LASERD kan de glasvezel dan met een constant vermogen instralen, waardoor de zenderschakeling zeer vereenvoudigd wordt. Nadien kan de constante lichtenergie, die in het optische systeem wordt ingestraald, via optisch-fysische technieken gemoduleerd worden.
Ook is men er in geslaagd optische duplex en zelfs multiplex systemen te ontwikkelen, waarbij over één glasvezel signalen met verschillende golflengten in beide richtingen getransporteerd kunnen worden.
Het zal duidelijk zijn dat het rendement van een optische verbinding hierdoor flink toeneemt.

In de volgende paragrafen zullen enige van deze allernieuwste ontwikkelingen in het kort besproken worden.

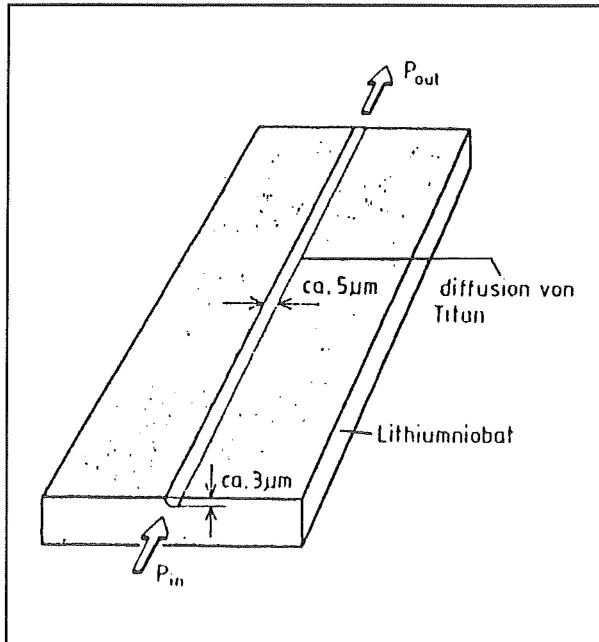
Lithiumniobaat
De basis van onder meer optische modulatie is een stof die "lithiumniobaat" wordt genoemd en die als chemische formule $LiNbO_3$ heeft. Deze stof heeft een brekingsindex die afhankelijk is van het elektrische veld dat over de stof wordt gezet. De waarde van de brekingsindex kan zelfs met een factor van 3,6 veranderd worden! Het gevolg is dat ook de optische dichtheid niet constant is, maar afhankelijk wordt van het externe elektrische veld. En het gevolg daarvan is weer dat de voortplantingssnelheid van het licht door deze stof ook afhankelijk wordt van het externe elektrische veld! Zoals later zal blijken kan men, dank zij deze eigenschap, op een heel eenvoudige manier een optische modulator maken.

Er is echter een tweede belangrijke eigenschap van deze stof. Als men, zoals getekend in figuur 3/20.6-93, een plakje lithiumniobaat als substraat neemt en daarin een smalle zône diffundeert met titanium, dan zal de brekingsindex van deze zône ongeveer 1 % afwijken van deze van het lithiumniobaat. Men krijgt dan twee zônes met iets afwijkende brekingsindexen en was dat nu niet het principe van de glasvezel met zijn core en zijn cladding? Op deze manier is men dus in staat geëtste lichtgeleiders te ontwerpen die via geëigende technieken aan standaard glasvezels gekoppeld kunnen worden. In de plak lithiumniobaat kan men nu allerlei fysisch-optische verschijnselen toepassen, waaronder modulatie.

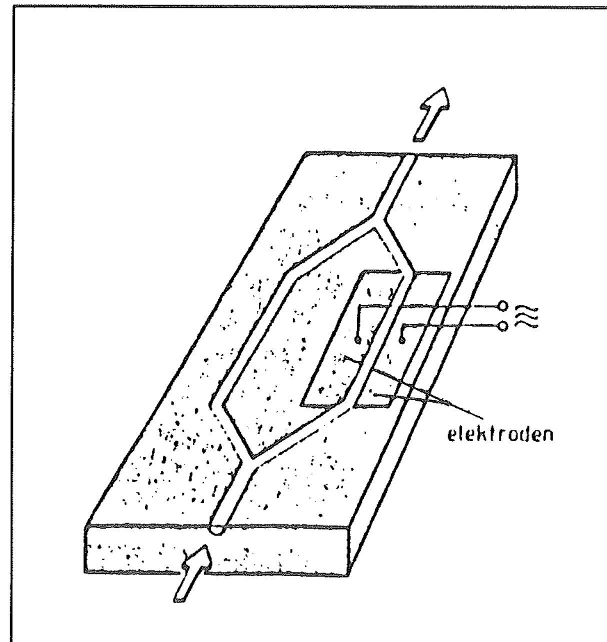
Let op de zeer kleine afmetingen van het lichtgeleidende kanaaltje! De met titanium gediffundeerde zône is slechts 5 µm breed en 3 µm diep!

Een optische splitser
Een optische splitser kan, volgens figuur 3/20.6-94, gemaakt worden door in de plak lithiumniobaat een Y-vormige zône met titanium te diffunderen.
Het invallende licht zal zich nu splitsen in twee bundels, die ieder de halve energie hebben.

20.6 Glasvezel verbindingen



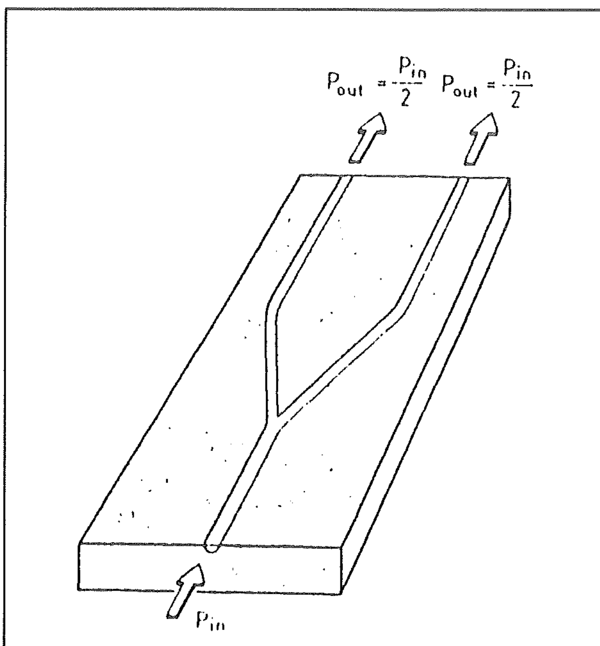
Figuur 3/20.6-93: Het principe van een geëtste lichtgeleider.



Figuur 3/20.6-95: Het principe van een optische modulator.

Een optische modulator

Het principe van een optische modulator is getekend in figuur 3/20.6-95.



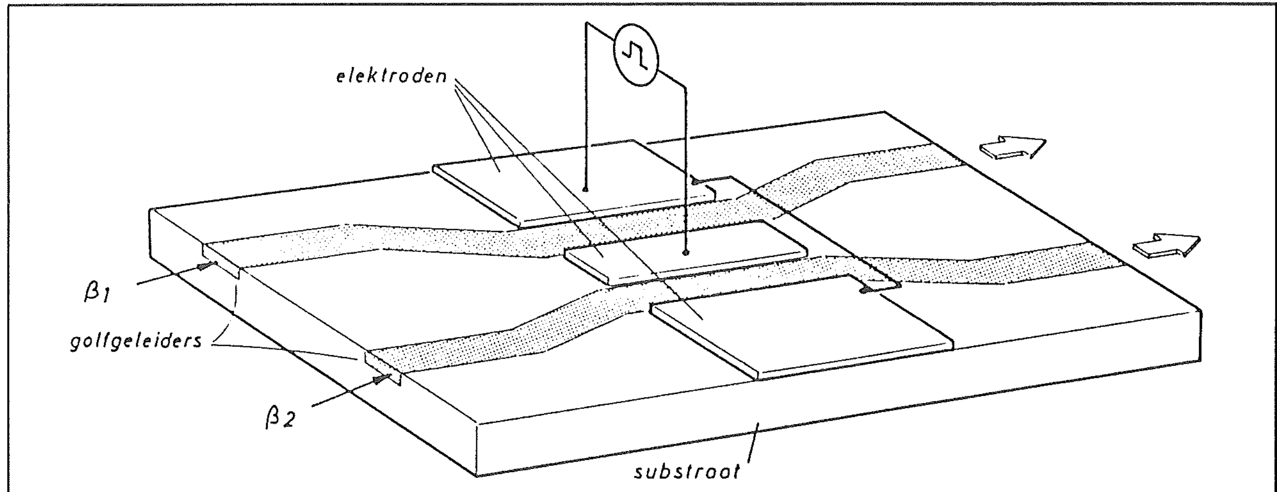
Figuur 3/20.6-94: Een T-splitser met als basis een plakje lithiumniobaat.

Basis is weer een substraat uit lithiumniobaat, waarin nu twee kanalen worden geëtst. Bij de eerste splitsing wordt het invallende licht gesplitst in twee even grote deelbundels. Eén bundel gaat rechtstreeks verder naar het samenvoegpunt. De tweede bundel gaat echter door een kanaal dat voorzien is van twee kleine elektroden. Legt men nu tussen deze elektroden een wisselspanning, dan zal er tussen de elektroden een elektrisch veld ontstaan.

Door dit veld zal de brekingsindex van het materiaal wijzigen, hetgeen zich uit in een afwijkende voortplantingssnelheid. Licht is een golfverschijnsel, met als gevolg dat de fase van de golven verschoven wordt door deze beïnvloede voortplantingssnelheid. Bij het samenvoegpunt verschijnen dus twee lichtgolven, die niet meer dezelfde fase hebben.

Deze twee golven gaan met elkaar interfereren.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-96: Het principe van een geëtste optische schakelaar.

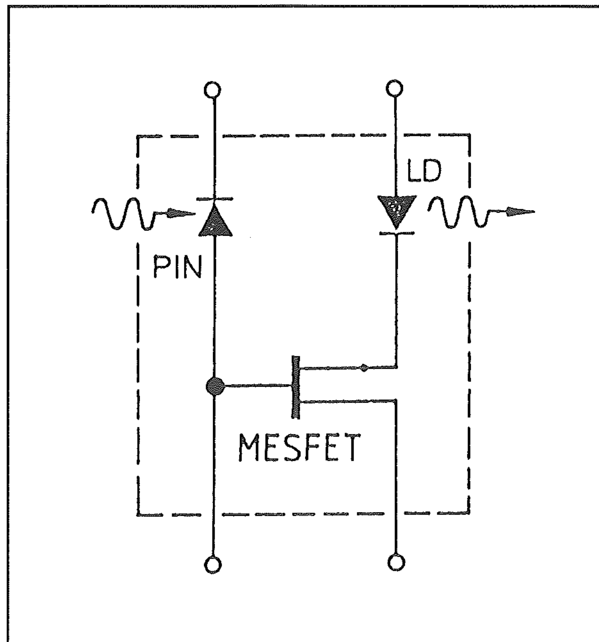
En net zoals watergolven elkaar kunnen versterken (in fase) of verzwakken (uit fase) zal dit ook met de samengevoegde lichtbundel gebeuren. Door de interferentie zal de amplitude van de uittredende lichtbundel niet meer constant zijn, maar gemoduleerd met het signaal dat tussen de twee elektroden wordt gezet. Op deze wel heel eenvoudige manier kan men dus een lichtbundel in amplitude moduleren!

Optische schakelaars
Gebruik makende van hetzelfde principe kan men ook geëtste optische schakelaars op de vierkante µm maken. Het principe is geschetst in figuur 3/20.6-96.

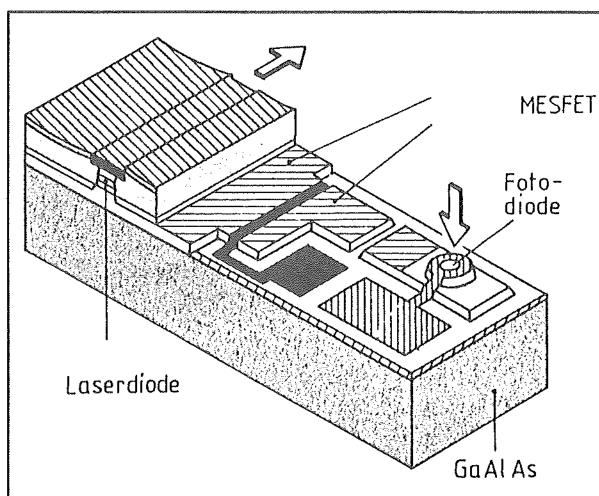
Ook nu wordt weer een plakje lithiumniobaat als basis gebruikt. Met de beschreven etstechnieken worden daarin twee lichtgeleiders gemaakt, die over een bepaalde afstand heel dicht naast elkaar lopen. De afstand tussen de twee geleiders bedraagt op die plaats minder dan de golflengte van het licht. Tussen de twee geleiders worden elektroden aangebracht. Staat er geen spanning tussen de elektroden, dan zal het licht over de dunne barriére tussen beide geleiders heenspringen en in de parallel lopende geleider terecht komen. Zet men een kleine spanning tussen de elektroden, dan verandert de brekingsindex van het substraat, waardoor een inkoppeling van de ene geleider in de andere wordt verhinderd. Toegegeven, dit is niet meer dan een constatering van wat er gebeurt en geen uitleg van het waarom. Maar om dit verschijnsel echt te verklaren heeft men een heleboel hogere golf- en quantumfysica nodig en dit gaat het niveau van dit naslagwerk ver te boven!

Optische versterkers
Men is er in geslaagd substraten van galliumarsenide en lithiumniobaat met elkaar te combineren. Dit biedt de zeer interessante mogelijkheid om golfgeleiders samen op één chip te integreren met fotodioden en halfgeleiderlasers. Op deze manier kan men op één chip een optische versterker maken, die het verzwakte licht van een lange glasvezel detecteert, het naar een versterker stuurt en het nadien via een LASERD weer versterkt uitzendt. In figuur 3/20.6-97 wordt het equivalente elektronische schema van een dergelijke

optische versterker, ook repeater genaamd, voorgesteld.



Figuur 3/20.6-97: Het equivalente elektronische schema van een optische versterker oftewel repeater.



Figuur 3/20.6-98: De fysische samenstelling van een optische repeater.

De chip bestaat uit een PIN-diode als ontvanger, een MESFET als versterker en een LASERD als zender. Deze drie componenten kunnen op een plakje GaAlAs worden geïntegreerd volgens figuur 3/20.6-98.

Merk op dat, als gevolg van technologische beperkingen, de intrede- en uittrederichtingen van het licht onder een hoek van 90° staan. Dit probleem kan echter gemakkelijk opgelost worden door het GaAlAs-substraat te combineren met golfgeleiders die geëtst zijn op een plakje lithiumniobaat.

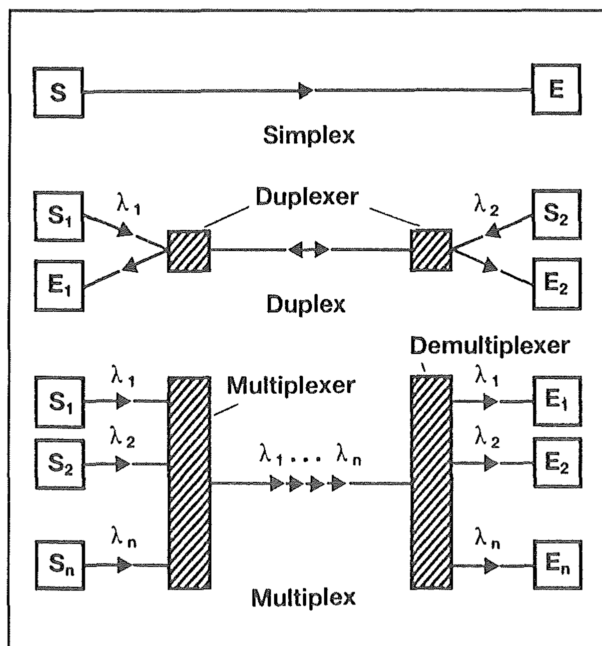
Van simplex over duplex naar multiplex
De tot nu toe behandelde optische verbindingen werken in simplex-mode. Dat wil zeggen dat er over één glasvezel één lichtstraal wordt verstuurd die één golflengte heeft. Bij de traditionele kopercommunicatie is echter het gebruik van duplex- en zelfs multiplex-modi zeer bekend. De verschillen tussen deze drie begrippen worden toegelicht aan de hand van de zeer verduidelijkende tekening van figuur 3/20.6-99.

Bij duplex-modus wordt over één glasvezel tweerichtings communicatie bedreven. De linker zender S_1 zendt licht met golflengte λ_1 van links naar rechts door de glasvezel.
Deze golven worden door de rechter ontvanger E_2 opgepikt en gedemoduleerd. De rechter zender S_2 stuurt licht met golflengte λ_2 van rechts naar links door de glasvezel. Deze golven worden door de linker ontvanger E_1 opgepikt en gedemoduleerd.

Bij multiplex-mode wordt gebruik gemaakt van verschillende zenders, die ieder licht met een specifieke golflengte λ_1 tot en met λ_n moduleren. Al deze golven gaan door een en dezelfde glasvezel.

20.6 Glasvezel verbindingen

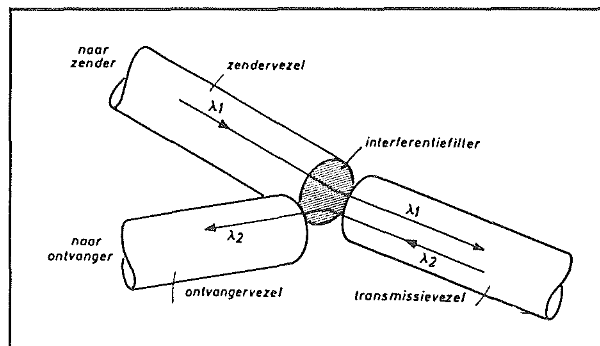
Aan de ontvangerkant worden deze golven gesplitst in een demultiplexer en sturen nadien afzonderlijke ontvangers E_1 tot en met E_n aan.
Het zal duidelijk zijn dat het door gebruik te maken van multiplex-mode mogelijk is veel meer informatie over een glasvezel te versturen dan bij simplex-mode. Iedere golflengte kan immers gemoduleerd worden met een eigen signaal. De demultiplexer aan de ontvangerzijde zorgt ervoor dat deze signalen bij de juiste ontvanger terecht komen.



Figuur 3/20.6-99: Het verschil tussen simplex-, duplex- en multiplex-modi.

Een optische duplexer

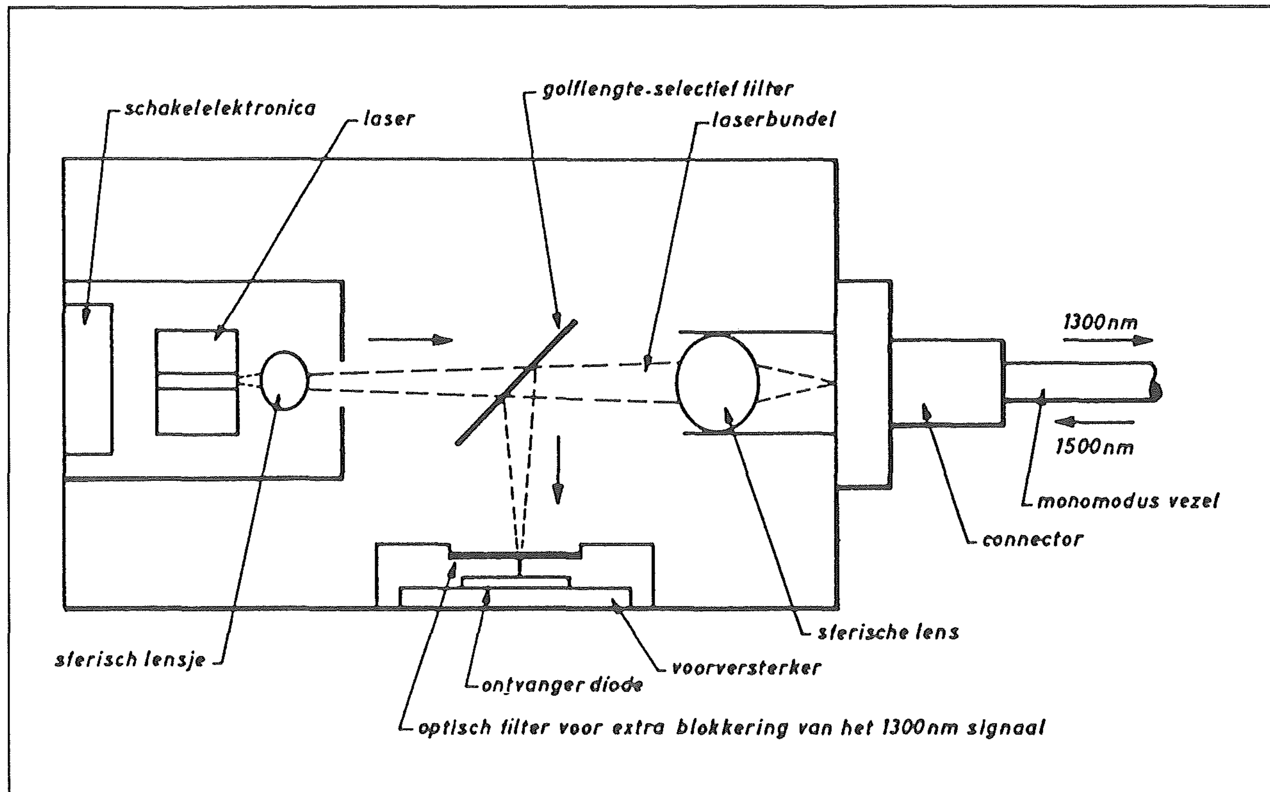
Optische duplexers kunnen volgens verschillende principes worden ontworpen. Toch wordt in de praktijk meestal gebruik gemaakt van het principe dat in figuur 3/20.6-100 is geschetst.



Figuur 3/20.6-100: Het meest gebruikte principe van een optische duplexer.

In de meeste gevallen wordt gewerkt met golflengtes van 850 nm en 1.300 nm. Drie glasvezels, een zendervezel, een ontvangervezel en een transmissievezel, komen in één vlak onder bepaalde hoeken samen. De door smelten halfrond gevormde einden van de transmissie- en ontvangervezels werken als convergerende lensjes en verminderen op deze manier de koppelingsverliezen in het systeem. Het uiteinde van de zendervezel in schuin vlakgeslepen en voorzien van een meerlaags diëlektrisch interferentie-filter. Dit filter is samengesteld uit vele laagjes met verschillende diktes en met afwisselend een grote en een kleine brekingsindex. In de meeste gevallen wordt gewerkt met titaniumdioxide (TiO_2) en siliciumdioxide (SiO_2).
Deze worden onder vacuüm opgedampt op het uiteinde van de vezel. Dit interferentie-filter heeft de eigenschap volledig transparant te zijn voor de golflengte van de zender, maar de golflengte van de ontvanger volledig te reflecteren. Op deze manier wordt de lichtbundel λ_1 van de zender rechtstreeks naar de transmissievezel overgedragen, maar zal de lichtbundel met golflengte λ_2 worden gereflecteerd naar de ontvangervezel.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-101: Een praktische uitvoering van een optische duplexer met geïntegreerde zender en ontvanger.

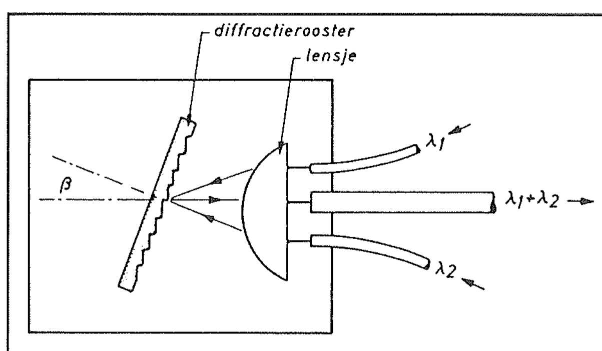
Het zal duidelijk zijn dat eenzelfde systeem aan de andere kant van de duplexverbinding kan worden gebruikt om ook daar de twee lichtbundels te scheiden.

Dergelijke optische duplexers hebben typische dempingen van slechts 1,5 dB. Deze waarde is niet veel hoger dan de demping van een gewone optische connector. Een belangrijke eigenschap is uiteraard de overspraak tussen zender en ontvanger. Deze bedraagt meestal slechts 35 dB.
Maar de selectiviteit van de duplex-verbinding kan verhoogd worden door het kiezen van de juiste detectie-dioden. Siliciumdetectoren hebben hun grootste gevoeligheid bij 850 nm en zijn bij 1.300 nm een factor 10 ongevoeliger.
Detectoren op basis van InGaAs hebben hun grootste gevoeligheid bij 1.300 nm en zijn veel ongevoeliger voor golflengten van 850 nm. Op deze manier kan de selectiviteit van het systeem met nog eens ongeveer 30 dB worden verhoogd.

Uiteraard is men ondertussen zover dat een optische duplexer wordt aangeboden met geïntegreerde zend- en ontvangstelektronica. Een dergelijk onderdeel is getekend in figuur 3/20.6-101. Het golflengte-selectief filtertje is nu niet opgedampt op de vezel, maar op een onder een hoek van 45° opgesteld dun plaatje silicium. In het getekende model wordt gewerkt met golflengten van 1.300 nm en 1.500 nm.
De ontvanger werkt op 1.500 nm, de zender op 1.300 nm. Om de selectiviteit te verbeteren wordt voor de ontvangerdiode een extra optisch filter opgenomen dat het 1.300 nm signaal extra verzwakt.

Een optisch multiplex-systeem

Voor het realiseren van een multiplexsysteem heeft men uiteraard optische multiplexers en demultiplexers nodig.
In de praktijk werkt men op dit moment met vier golflengten, namelijk 1.285 nm, 1.355 nm, 1.480 nm en 1.560 nm. Deze golflengtes passen zonder al te veel verzwakking in het tweede en derde venster van een glasvezel (zie figuur 3/20.6-12).



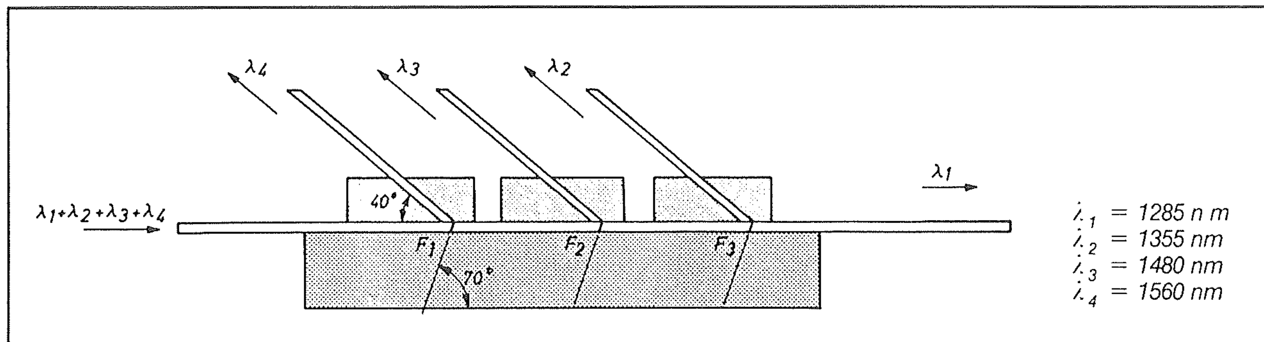
Figuur 3/20.6-102: Het principe van een optische multiplexer volgens de Littrow-configuratie.

Optische multiplexers worden tegenwoordig meestal uitgevoerd volgens het difractie-rooster principe dat door Littrow werd ontwikkeld.
Dit principe wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.6-102. Voor de eenvoud zijn in deze figuur slechts twee kanalen getekend, maar het principe kan uitgebreid worden tot meerdere ingangen. De zendervezels worden in één vlak geplaatst met de transmissievezel. Een lensje concentreert de uit de zendervezels komende lichtbundels met uiteraard verschillende golflengten op één punt van een reflecterend difractie-rooster.
Dit rooster is schuin opgesteld ten opzichte van de lengte-as van het geheel. Het rooster heeft de eigenschap het invallend licht terug te kaatsen onder een hoek die afhankelijk is van de golflengte van het licht. Het geheel is nu zo gedimensioneerd dat voor de golflengten waarvoor de multiplexer is ontworpen alle gereflecteerde stralen parallel uittreden naar de transmissievezel.
Op deze manier worden de diverse golflengten gemengd tot een samengestelde lichtbundel die via de transmissievezel wordt verzonden. Het difractie-rooster bestaat uit een schijfje silicium, waarin een groot aantal parallel lopende zaagtandvormige groefjes zijn aangebracht. De afstand tussen deze groefjes bedraagt ongeveer 3,5 µm.

Aan de ontvangerkant moet de complexe lichtbundel weer gesplitst worden in de samenstellende golflengten. Hiervoor gebruikt men een optische demultiplexer, waarvan het principe is geschetst in figuur 3/20.6-103.

Basis is een monomodus glasvezel, waarin drie selectieve interferentie-filters zijn aangebracht. Elke filtersectie laat steeds kortere golflengten van het samengestelde lichtverschijnsel door naar de volgende sectie. Maar de lichtcomponent met de op dat moment grootste golflengte wordt gereflecteerd naar een onder een hoek van 40° opgestelde andere vezel. Op deze manier wordt in het eerste filter de component met een golflengte van 1.560 nm uitgefilterd en afgevoerd naar een van de ontvangervezels.
Nadien zorgt het tweede filter voor het afzonderen van de component met een golflengte van 1.480 nm. Na het derde filter blijft alleen de component met de laagste golflengte, dus 1.285 nm, in de transmissievezel over. Deze vezel kan dus ook dienst doen als ontvangervezel voor de kleinste golflengte.

20.6 Glasvezel verbindingen



Figuur 3/20.6-103: Een optische demultiplexer met golflengte selectieve interferentie-filters.

Ook bij dit systeem zijn de selectieve interferentie filters samengesteld door vele laagjes op te dampen die afwisselend een grote en een kleine brekingsindex hebben. De dikte en het aantal van deze laagjes bepalen de golflengte die wordt teruggekaatst. De filters worden direct op de gepolijste kopvlakken van de vezel aangebracht. Er zijn dus geen lensjes noodzakelijk, waardoor een zeer compacte bouw van de demultiplexer wordt verkregen.

3/20.7

De techniek van modems

De hardware

Inleiding

Het woord modem is de samenvoeging van de woorden "**MO**dulator" en "**DEM**odulator". Het is in het algemeen een apparaat dat analoge signalen omzet in digitale signalen en digitale signalen in analoge. Modem's vormen de basis van de moderne telecommunicatie: digitale systemen zoals fax, internet en ISDN zouden niet mogelijk zijn zonder dergelijke apparaten! Modem's zijn noodzakelijk omdat het oeroude wereldwijde telefonienet uitermate smalbandig is. Net goed genoeg voor het verstaanbaar analoog verzenden van menselijke spraak, maar daar houdt het dan ook mee op. Wil men over dit smalbandige netwerk digitale signalen versturen en dat liefst met een beetje tempo, dan moeten listige hulpmiddelen worden verzonnen.

Basisprincipe van modems

Het basisprincipe van communicatie via modems is geschetst in figuur 3/20.7-1. Digitale signalen, "L"-en en "H"-en, worden omgezet in twee analoge signalen met diverse frequenties, die in de doorlaatband van het analoge PTT-netwerk liggen. Aan de ontvangerzijde worden deze toontjes gedecodeerd en weer omgezet in digitale signalen.

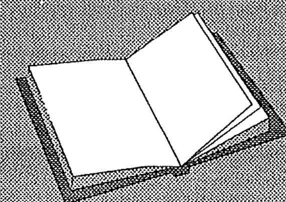
Tegenwoordig werken alle modems echter full-duplex: communicatie kan tezelfdertijd in twee richtingen gebeuren. Hiervoor is het noodzakelijk dat er vier frequenties gedefinieerd worden: twee voor de ene modem en twee voor de andere modem.

Modulatietechnieken

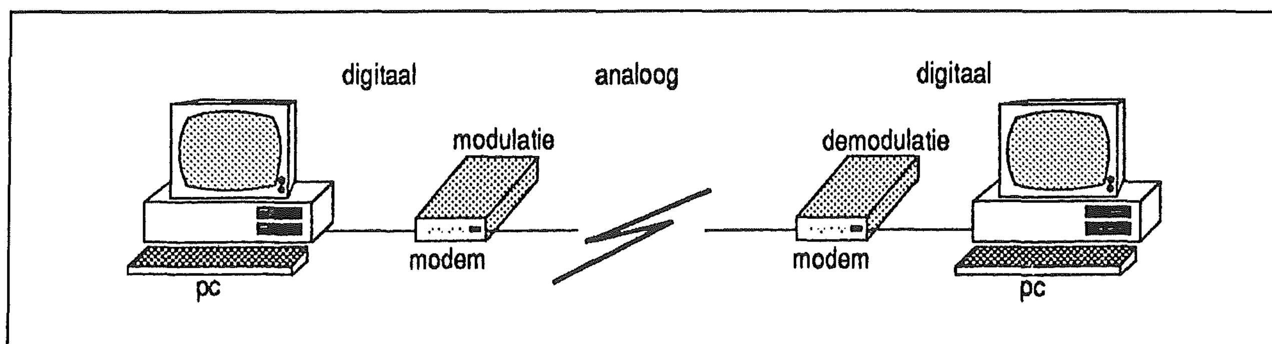
Voor het omzetten van de digitale signalen in analoge signalen worden diverse modulatietechnieken toegepast:
- AM;
- dibit;
- FSK;
- DPSK;
- QAM.

Deze vijf technieken worden in de volgende paragrafen toegelicht.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.1
Hoofdstuk 3/20.8
Hoofdstuk 3/20.10



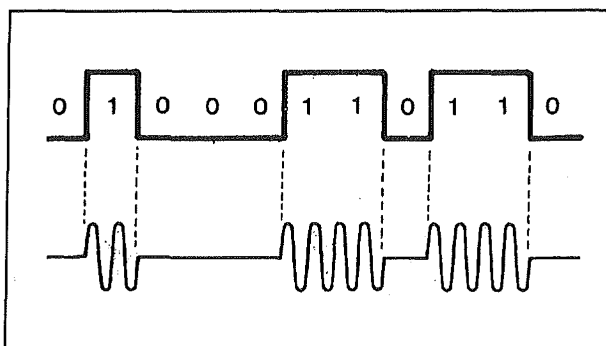
20.7 De techniek van modems



Figuur 3/20.7-1: Het basisprincipe van communicatie via modems.

Amplitude modulatie

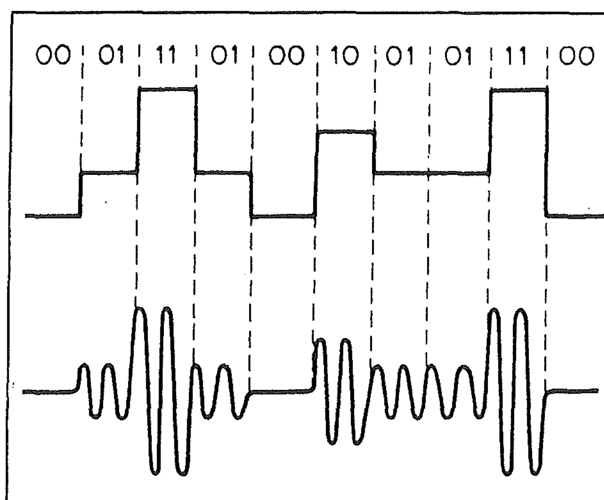
Bij AM, amplitude modulatie, varieert de amplitude van de analoge draaggolf met het logisch signaal. De eenvoudigste uitvoering is "on/off-keying", waarbij bijvoorbeeld de draaggolf wél wordt uitgezonden bij een "H" en niet bij een "L". Deze modulatievorm is voorgesteld in figuur 3/20.7-2.



Figuur 3/20.7-2: Het principe van amplitude modulatie.

Dibit modulatie

Een speciale vorm van amplitude modulatie is de dibit modulatie. Zoals uit figuur 3/20.7-3 blijkt wordt hierbij de analoge draaggolf niet simpelweg aan- of uitgeschakeld, maar met verschillende amplitudes op de lijn gezet. Iedere amplitude komt overeen met een bepaalde bitcombinatie. In het getekende voorbeeld wordt gewerkt met vier combinaties, namelijk "L-L", "L-H", "H-L" en "H-H". Iedere combinatie is gekoppeld aan een bepaalde amplitude van de analoge draaggolf. Het zal duidelijk zijn dat dibit modulatie een grotere snelheid toelaat dan enkelvoudige amplitude modulatie. Het is uiteraard aantrekkelijk om veel verschillende amplitudes te gaan definiëren omdat hierdoor de snelheid van de communicatie toeneemt. De keerzijde van dergelijke aanpak is dat het systeem erg storingsgevoelig wordt en dat de eenduidige decodering van de verschillende amplitudes zeer complexe elektronica vergt.

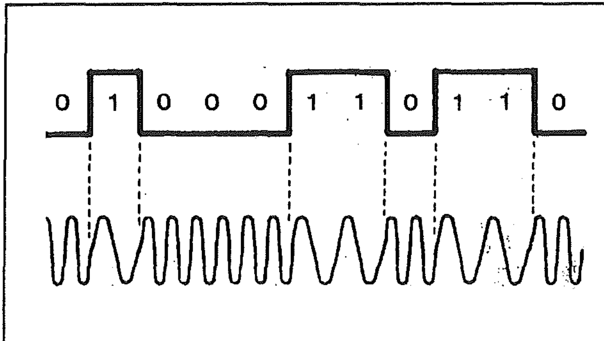


Figuur 3/20.7-3: Het principe van dibit modulatie.

Frequency shift keying

Bij FSK, frequency shift keying, wordt ieder logisch niveau vertaald naar een eigen

frequentie in de doorlaatband van het telefoon netwerk. Bij full-duplex moeten dan vier frequentie gedefinieerd worden. Het principe is getekend in figuur 3/20.7-4.

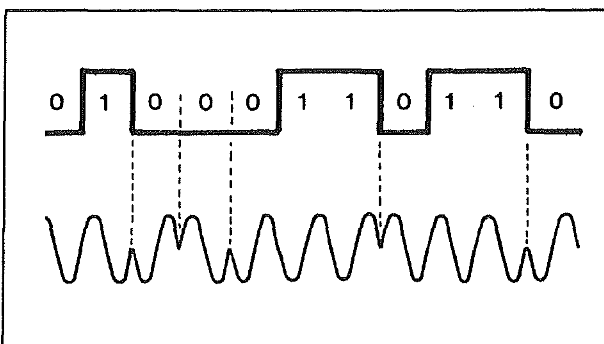


Figuur 3/20.7-4: Het principe van frequency shift keying.

In principe is FSK dus te vergelijken met de frequentie modulatie de bij radio- en TV-transmissie wordt toegepast.

Differential phase shift keying

Bij DPSK, differential phase shift keying, wordt met faseverschuivingen gewerkt om de overgang van een "H" naar "L", "L" naar "H", "L" naar "L" of "H" naar "H" bit te definiëren. Hoe dat werkt is schematisch getekend in figuur 3/20.7-5. Bij iedere overgang van het ene bit naar het volgende wordt de fase van de analoge draaggolf met 180° gedraaid.

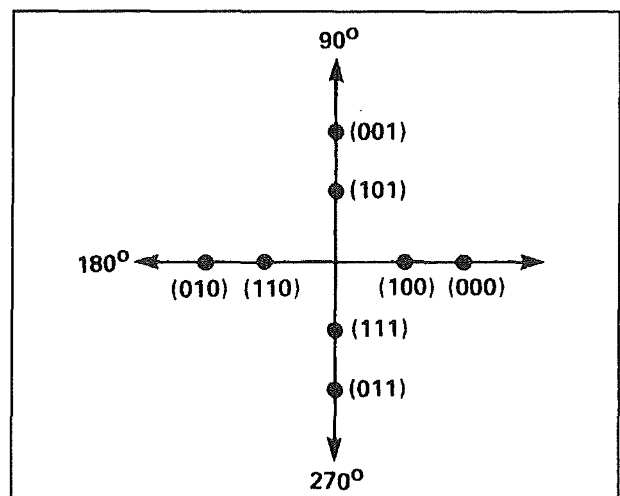


Figuur 3/20.7-5: Het principe van differential phase shift keying.

Quadrature amplitude modulation

Tot slot bestaat er ook nog QAM, quadrature amplitude modulation, waarbij gewerkt wordt met een combinatie van amplitude- en fasemodulatie. Deze technologie is vrij ingewikkeld maar wordt in alle moderne modemsystemen toegepast. Het komt er op neer dat de te verzenden bits in groepjes van 3, 4, etc. worden samengepakt en dat aan ieder groepje een bepaalde amplitude en een bepaalde fase worden gekoppeld.

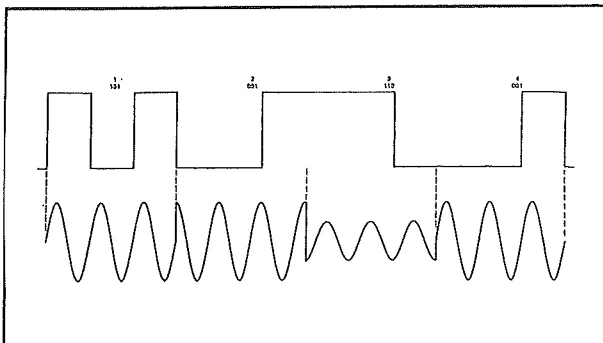
Als voorbeeld wordt in figuur 3/20.7-6 een QAM-systeem getekend waarbij gebruik wordt gemaakt van groepjes van drie bits. De combinaties "H-L-L" en "L-L-L" hebben beiden een faseverschuiving van 0° ten opzichte van de basis draaggolf. Maar de amplitude van de combinatie "L-L-L" is groter dan deze van de combinatie "H-L-L". De bitcombinaties "H-L-H" en "L-L-H" hebben beide een faseverschuiving van 90° ten opzichte van de referentie, maar aan "L-L-H" wordt een hogere amplitude toegekend dan aan "H-L-H".



Figuur 3/20.7-6: Het principe van QAM, toegelicht aan een 8-state modulatieschema.

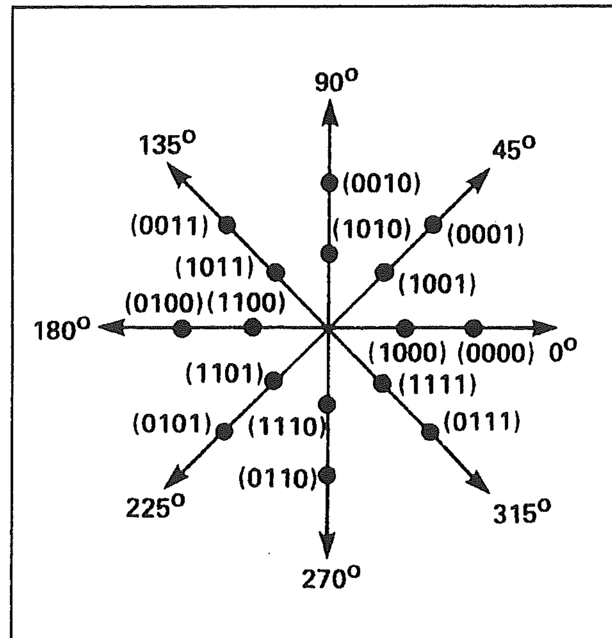
20.7 De techniek van modems

Op deze manier kan aan ieder van de acht mogelijke combinaties van drie bits een unieke amplitude en faseverschuiving worden toegekend. Fase en amplitude kunnen nadien door het ontvangende modem worden geëvalueerd en weer omgezet in de betreffende bitcombinatie.
Het is vrij lastig een voorstelling te krijgen van het reële analoge signaal dat het zendende modem op de PTT-lijn zet. In figuur 3/20.7-7 is een poging gewaagd dit signaal voor te stellen bij een 8-state QAM. Let op dat het bovenste signaal geen "echt" signaal is. Het is een symbolische voorstelling van de aanwezigheid van de mogelijke bitcombinaties van drie bits.



Figuur 3/20.7-7: Een poging tot het weergeven van het analoge signaal dat door een met QAM werkend modem op de PTT-lijn wordt gezet.

Uiteraard is het mogelijk het QAM-systeem te perfectioneren. Waarom werken met combinaties van drie bits en niet meer? Dat kan en in figuur 3/20.7-8 is als voorbeeld een 16-state QAM modulatieschema voorgesteld. Er bestaan nu uiteraard 16 mogelijke bitcombinaties. Deze worden ingedeeld in twee amplitudeklassen en acht fase-klassen. Er moet nu dus gewerkt worden met faseverschuivingen van 45°.

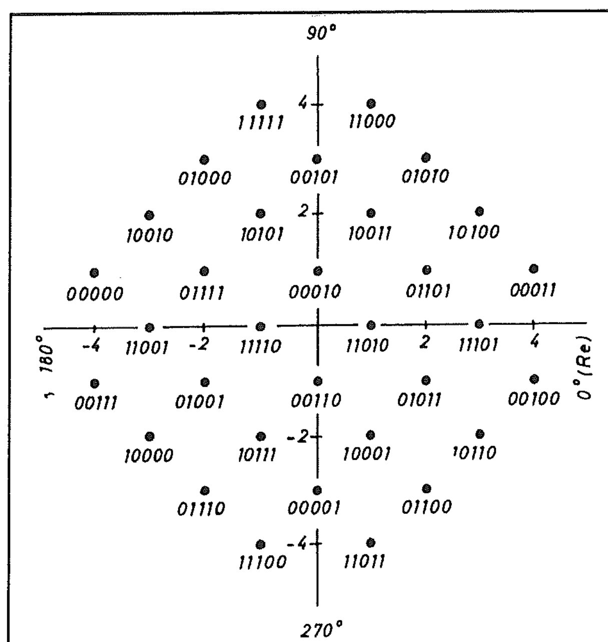


Figuur 3/20.7-8: Het modulatieschema van een 16-state QAM-systeem.

Met QAM kan men werkelijk alle kanten op en het einde is nog lang niet in zicht! In de V.32 en V.33 specificaties wordt bijvoorbeeld reeds gebruik gemaakt van een 32-state QAM modulatiepatroon, zie figuur 3/20.7-9. De te verzenden bits worden ingedeeld in groepjes van vijf en aan iedere groep worden een van twee amplitudes en een van twintig faseverschuivingen toegekend. Het zal duidelijk zijn dat het ontvangende modem dit zeer complexe analoge signaal niet meer met "normale" elektronische schakelingen kan decoderen. Er worden ingewikkelde digitale signaalprocessoren toegepast die, samen met software-algoritmen, verantwoordelijk zijn voor het herwinnen van de groepjes van vijf bits uit het ontvangen signaal.

Eigenschappen van modems
De belangrijkste eigenschap van een modem is de maximale transmissiesnelheid, uitgedrukt in Baud of bits per seconde (bps of b/s). Omdat er rond de grootheid

Baud nogal wat misverstanden bestaan kan men beter gebruik maken van de niet voor dubbele interpretatie vatbare grootheid bps. Moderne modems kunnen werken met snelheden tot 112 kbps. Bij deze protocollen moeten ingewikkelde compressie-, foutdetectie- en foutherstelligsalgoritmen worden toegepast en wordt uiteraard gewerkt met zeer complexe QAM-modulaties.

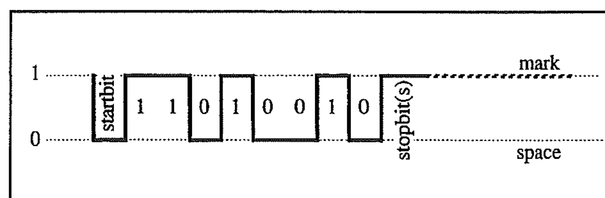


Figuur 3/20.7-9: Het modulatieschema van een 32-state QAM.

Andere kenmerken van een modem zijn "Auto dial", waardoor het modem in staat is automatisch een nummer te draaien, "Auto call", waarmee het modem automatisch een verbinding tot stand kan brengen en "Auto answer", waarmee een modem automatisch in staat is een binnenkomend gesprek af te handelen.
Dank zij deze drie functies kan men een computer met modem omvormen tot een volledig automatisch werkend antwoordapparaat. Moderne modems ondersteunen tientallen communicatieprotocollen en zijn in staat elkaars mogelijkheden te onderzoeken ("Auto detect") en automatisch de door beide apparaten ondersteunde maximale snelheid te selecteren ("Auto speed").

De voorbereiding van de digitale gegevens

Uit de aard van het principe werken modems serieel: de in een computer aanwezige parallelle data worden omgezet in een seriële datastroom.
Omdat er maar één lijn ter beschikking is voor de data-overdracht moet de synchronisatie ingebouwd worden in de seriële code. Vandaar dat het gebruikelijk is dat één uitgezonden byte niet alleen bestaat uit de acht bits van dit byte, maar vooraf wordt gegaan door een startbit en gevolgd door een stopbit, zie als voorbeeld figuur 3/20.7-10.
Bovendien wordt nog vaak een pariteitsbit verzonden dat gebruikt wordt om de geldigheid van de ontvangen bits te controleren.

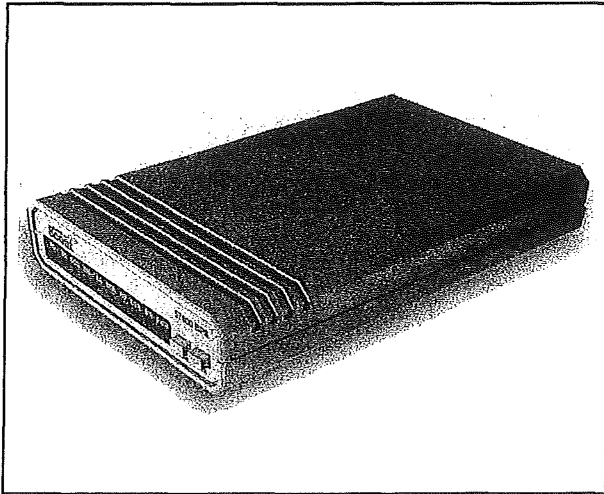


Figuur 3/20.7-10: De digitale seriële code die nadien in een analoog signaal wordt omgezet.

Uitvoeringsvormen

Modems kunnen ingebouwd worden in een computer als insteekkaart of als extern apparaat aangesloten worden op een van de seriële bussen, zie figuur 3/20.7-11. In dat laatste geval is het apparaat uitgerust met een aantal LED's die de momentele functie van het apparaat aangeven.

20.7 De techniek van modems



Figuur 3/20.7-11: Een extern modem.

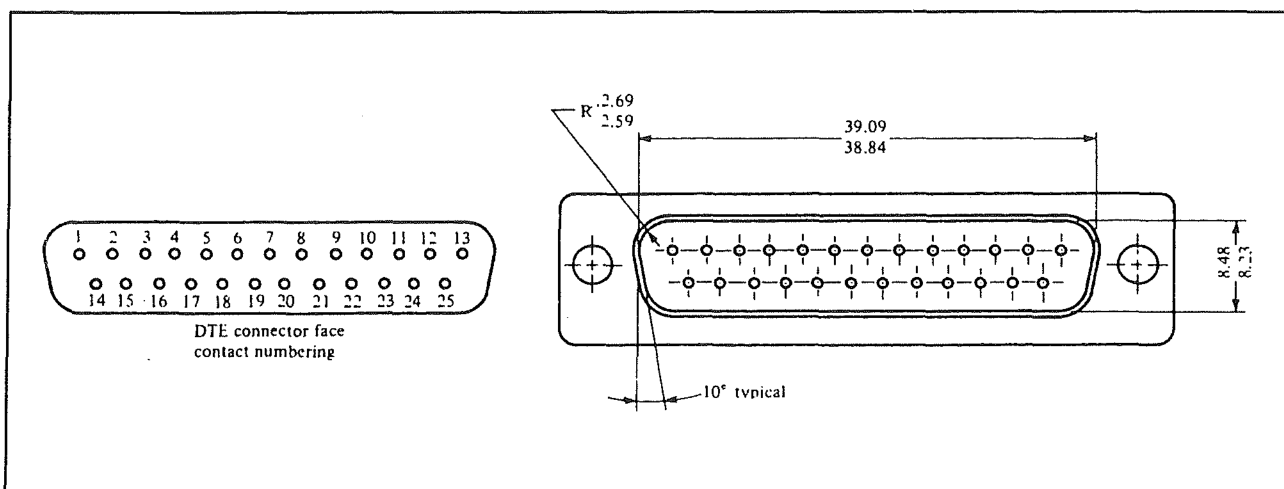
Aansluiten van een modem op de PC

Interne modems worden uiteraard via een slot op het moederbord met de PC verbonden. Voor externe modems wordt meestal gebruik gemaakt van een van de seriële poorten, hoewel er tegenwoordig steeds meer USB-modems worden aangeboden. De RS-232-C connector waarmee de meeste externe modes werken is getekend in figuur 3/20.7-12.

De connector heeft 25 pennen zodat er in principe 25 signalen tussen modem en PC gedefinieerd kunnen worden. De standaard definieert er echter slechts 21. Een overzicht van deze signalen met hun aansluiting op de connector is gegeven in de tabel van figuur 3/20.7-13. De kolom pinnummer geeft de pincodering van figuur 3/20.7-12. De kolommen EIA en CCITT geven de door beide instellingen gestandaardiseerde codering voor de signalen. De kolom met de pijltjes geeft de richting van de signalen aan. Hierbij word gebruik gemaakt van de alweer gestandaardiseerde benamingen “DCE” en “DTE”. “DCE” staat voor “Data Communication Equipment” en is een ingewikkelde naam voor een modem. “DTE” staat voor “Data Terminal Equipment” en stelt niet anders dan de PC-poort voor.

Aansluiten van een modem op de PTT-lijn

Een andere kwestie is hoe een intern of extern modem aan de PTT-lijn wordt aangesloten. Als men ISDN even buiten beschouwing laat maar uitgaat van de standaard analoge PTT-lijn waarop een normale analoge telefoon is aangesloten, dan moet men het schema van figuur 3/20.7-14 toepassen.



Figuur 3/20.7-12: De gestandaardiseerde RS-232-C connector.

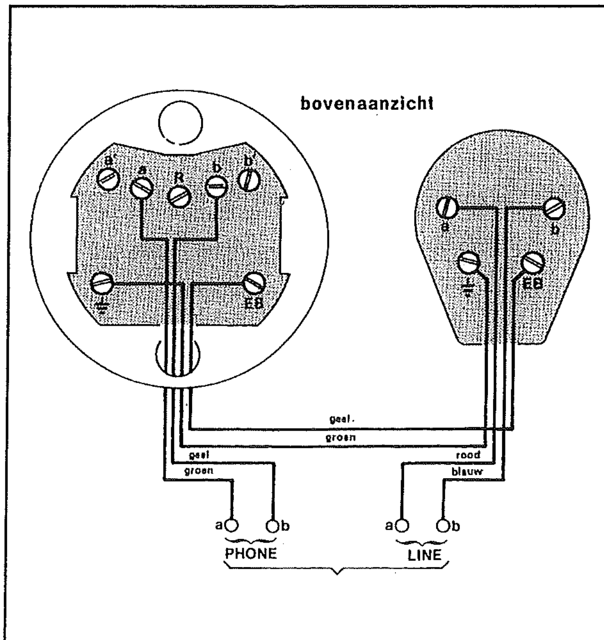
20.7 De techniek van modems

pin-nummer	EIA RS232C naam	CCITT V.24 naam	korte omschrijving signaal	bekende afkorting	richting signaal DCE-DTE	aard:.
1	AA	101	protective ground	P.GND	–	
2	BA	103	transmitted data	TD	←	data
3	BB	104	received data	RD	→	data
4	CA	105	request to send	RTS	←	control
5	CB	106	clear to send	CTS	→	control
6	CC	107	data set ready	DSR	→	control
7	AB	102	signal ground	S.GND	–	
8	CF	109	data carrier detect	DCD of CD	→	control
9	–	–	– gereserveerd voor			
10	–	–	– modem testen			
11	–	–	– niet gedefinieerd			
12	SCF	122	sec. carrier detect		→	control
13	SCB	121	sec. clear to send		→	control
14	SBA	118	sec. transmitted data		←	data
15	DB	114	transmitter signal element timing (DCE)	T.CLK	→	timing
16	SBB	119	sec. received data		→	data
17	DD	115	receiver signal element timing	R.CLK	→	timing
18	–	–	– niet gedefinieerd			
19	SCA	120	sec. request to send		←	control
20	CD	108.2	data terminal ready	DTR	←	control
		108.1	connect dataset to line		←	control
21	CG	110	signal quality detector		→	control
22	CE	125	ring indicator	RI	→	control
23	CI	112	data signal rate detector	(DCE)	→	control
	CH	111	data signal rate detector	(DTE)	←	control
24	DA	113	transmitter signal element timing(DTE)	T.CLK	←	timing
25	–	–	– niet gedefinieerd			

Figuur 3/20.7-13: Beschrijving van de gestandaardiseerde signalen tussen een DCE en een DTE.

De rechter steker is een normale PTT-steker, die in de wandcontactdoos van de PTT gaat en wordt aangesloten op de "LINE"-ingang van het modem. Van de "PHONE"-uitgang van het modem kan men naar een tweede PTT wandcontactdoos gaan (links) waarop de bestaande telefoon wordt aangesloten.

20.7 De techniek van modems



Figuur 3/20.7-14: Het aansluiten van een modem op de PTT-lijn en een telefoon.

Blokschema van een modem

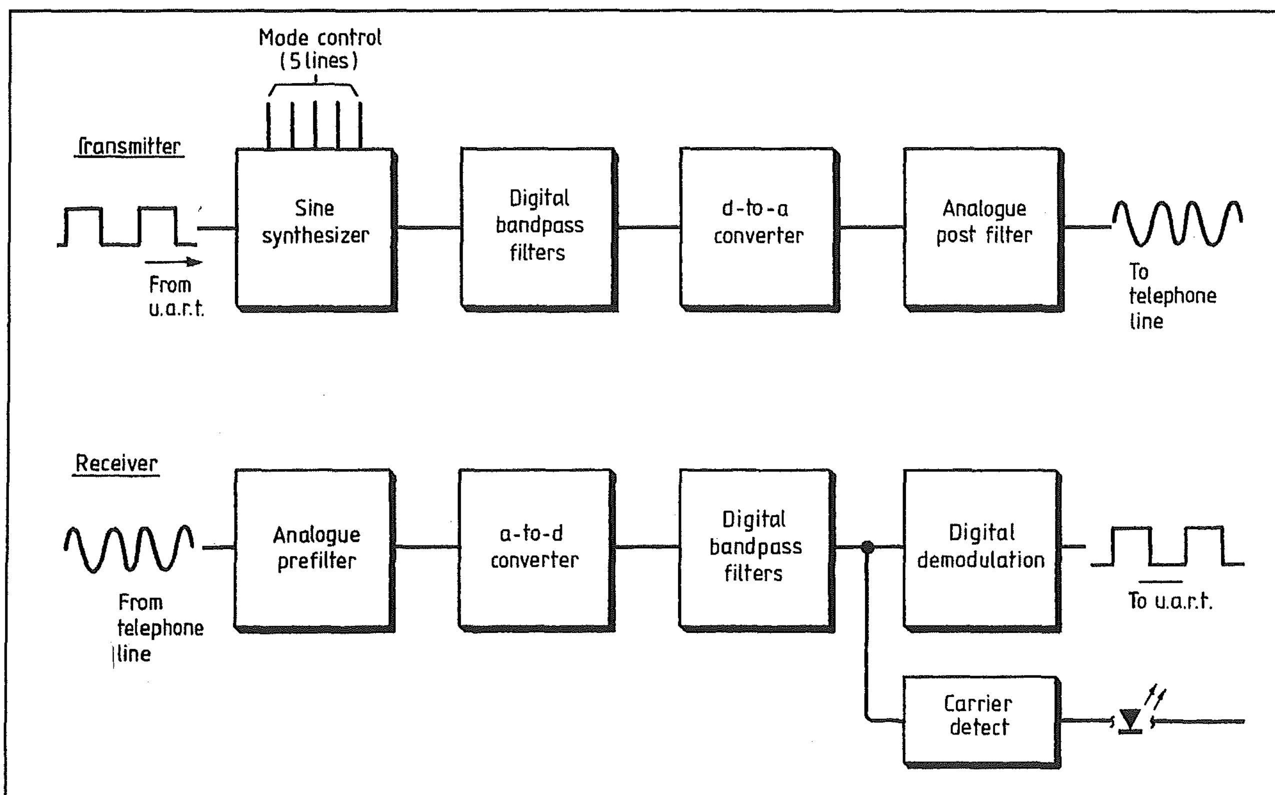
Het intern blokschema van een modem is getekend in figuur 3/20.7-15. In de bovenste figuur is de signaalweg getekend bij het zenden. De parallelle digitale signalen van de computer worden eerst door een UART omgezet in een seriële datastroom. Deze stroom stuurt een digitale sinussynthesizer, die verantwoordelijk is voor de modulatie. De uitgang van dit blok is echter nog steeds een digitaal signaal. Omdat ieder modem diverse modulatieschema's moet beheersen wordt dit blok ook nog eens gestuurd door een aantal controlelijnen die voorschrijven welk soort modulatie moet worden toegepast. Nadien volgen digitale banddoorlaat filters, die de bandbreedte van de gegenereerde signalen precies vastleggen. Via een digitaal naar analoog omzetter wordt het signaal omgezet in analoge sinussen, die via een nabewerkingsfilter naar de analoge PTT-lijn worden gestuurd.

Bij het ontvangen (onderste schema) worden de sinussen eerst door aan analoge voorversterker gestuurd en nadien via een analoog naar digitaal omzetter gedigitaliseerd. Via digitale banddoorlaat filters ontdekt het systeem welke frequentie en/of fase er op een bepaald moment ontvangen wordt. Nadien volgt de digitale demodulatie, waarbij een seriële digitale datastroom ontstaat die door een UART wordt omgezet in parallelle data die de computer kan verwerken.

Interfacing op het PTT-net

De elektronica in een modem moet signalen op het PTT-net zetten of signalen van dit net afhalen. Alle landelijke PTT's bewaken hun net echter als een kloek haar kuikens. Niet ten onrechte, want verkeerde signalen op het PTT-net zetten kan desastreuze gevolgen hebben! Vandaar dat modems steeds door middel van een scheidingstransformator met het PTT-net zijn gekoppeld. De algemene structuur van zo'n galvanisch gescheiden koppeling is voorgesteld in figuur 3/20.7-16.
Een dergelijke verbinding tussen een modem en het PTT-net wordt "DAA" genoemd, Direct Access Arrangements. De noodzakelijke galvanische scheiding tussen beide kringen wordt gerealiseerd door een speciale scheidingstransformator T1 die een wikkelverhouding van 1/1 heeft en primaire en secundaire impedanties van 600 Ω .
Tussen de twee aders van de PTT-lijn staat een "ring detector" die detecteert wanneer het belsignaal op de PTT-lijn verschijnt en de noodzakelijke acties kan ondernemen. Ook deze schakeling moet volledig galvanisch gescheiden zijn van het PTT-net, waarvoor in de meeste gevallen een beroep wordt gedaan op een zeer gevoelige optische koppelaar.

20.7 De techniek van modems



Figuur 3/20.7-15: Het blokschema van een modem.

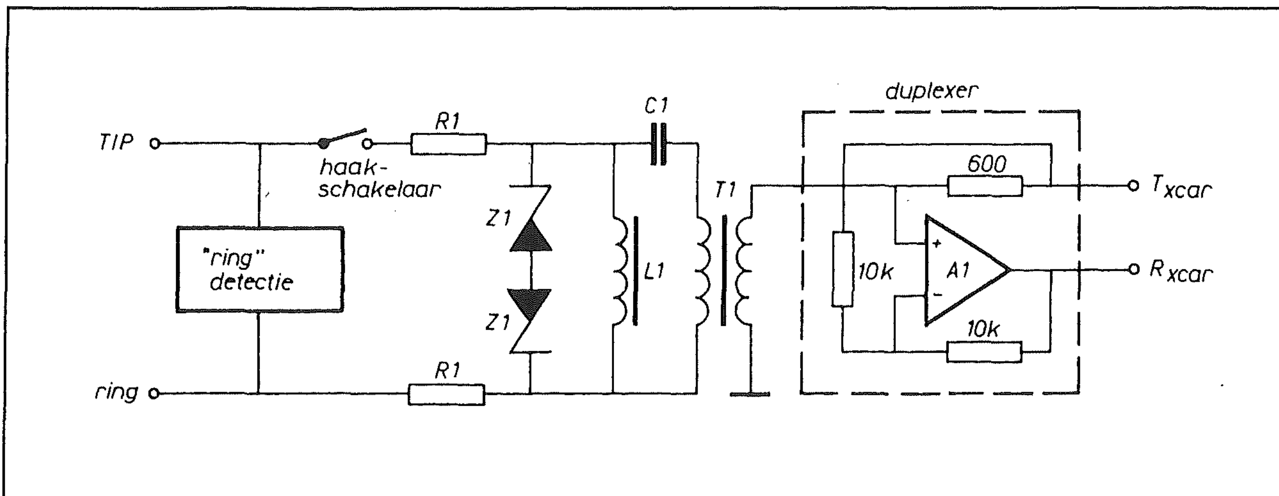
De spoel L1 zorgt voor een gelijkstroomweg als "de hoorn van de haak" wordt genomen. Dit is noodzakelijk omdat de PTT via het vloeien van een gelijkstroom door de lijn ervan op de hoogte is dat de lijn "in gesprek" is. De PTT houdt de verbinding dan open.
De weerstand R1 zorgt samen met de zenerdioden Z1 voor een effectieve bescherming van de modemelektronica tegen spanningspieken op de PTT-lijn.
Via de secundaire wikkeling van de scheidingstrafo moeten zowel gegevens worden ontvangen als gegevens worden verzonden. In de meeste gevallen wordt gebruik gemaakt van een operationele versterker die als verschilversterker is geschakeld. Op deze manier kunnen de Transmit- en Receive-gegevens (verzonden en ontvangen gegevens) keurig van elkaar gescheiden worden.

Soms wordt gebruik gemaakt van een scheidingstrafo met twee identieke secundaire wikkelingen, zie figuur 3/20.7-17. De signaalpaden voor ontvangen en zenden zijn dan volledig gescheiden.

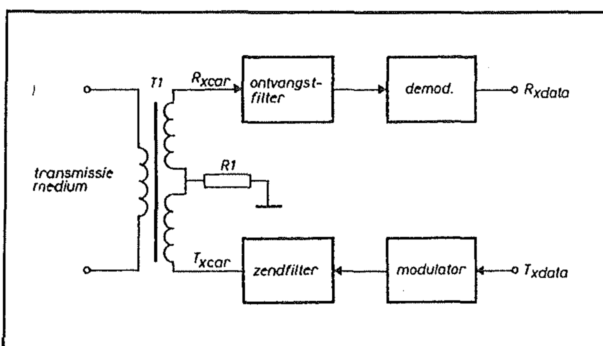
De software

Inleiding
Tot slot worden bekende modemprotocollen voor asynchroon en voor synchroon verkeer over PTT-lijnen nader bekeken.

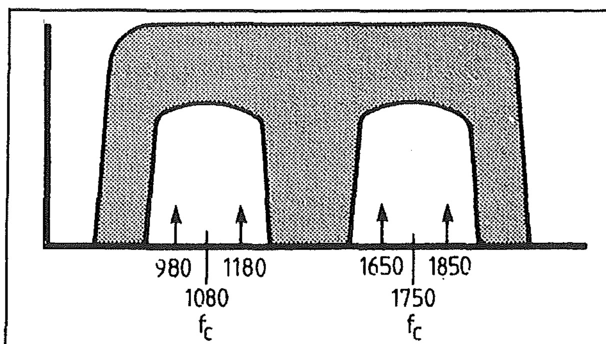
V.21: 300 bps
V.21 is ooit een zeer populair modemprotocol voor kieslijnen geweest. Met een snelheid van 300 bps full-duplex is het de afgelopen jaren voorbijgestreefd.



Figuur 3/20.7-16: De koppeling van een modem aan het PTT-net.



Figuur 3/20.7-17: Het toepassen van een scheidingstrafo met twee identieke secundaire wikkelingen.



Figuur 3/20.7-18: Het frequentiespectrum van de V.21 standaard.

De bits worden overgebracht in de spraakband. Daarbij maakt V.21 gebruik van Frequency Shift Keying (FSK) rond twee frequenties. De lage band, gebruikt door de zender, ligt rond 1.080 Hz. Een digitale "H" is 980 Hz en een digitale "L" is 1.180 Hz. De hoge band, gebruikt door de ontvanger, ligt rond 1.750 Hz, waarbij een "H" wordt uitgezonden op 1.650 Hz en een "L" op 1.850 Hz. Deze frequenties passen mooi in de doorlaatband van een analoge PTT-lijn. In figuur 3/20.7-18 is het spectrum van V.21 weergegeven.

V.22: 1.200 bps

De modemtypen die met 1.200 bps op kiesverbindingen full-duplex kunnen werken zijn samengenomen in de V.22 standaard. Door de technische mogelijkheden en door de vraag naar snellere verbindingen zijn verschillende 1.200 bps modems op de markt gebracht voor er een standaard was gedefinieerd. De V.22 standaard is daarom een beetje een ratjetoe geworden. De standaard voor full-duplex 1.200 bps is van oktober 1978. Er wordt Phase Shift Keying (PSK) als modulatietechniek voorgeschreven, in combinatie met dibit-codering. In deze standaard worden vijf wijzen van werken gedefinieerd:

20.7 De techniek van modems

- I: synchroon, 1.200 bps;
- II: asynchroon, 1.200 bps, tekenlengte 8, 9, 10, 11 bits;
- III: synchroon 600 bps;
- IV: asynchroon, 600 bps, tekenlengte 8, 9, 10, 11 bits;
- V: asynchroon, 1.200/0-300 bps.

Vervolgens zijn er drie verschillende modemtypen gedefinieerd:

- V.22A: gebruikt I, III;
- V.22B: gebruikt I, II, III, IV;
- V.22C: gebruikt I, II, III, IV, V.

De speciaal voor computers bedoelde V.22 modems beperken zich echter vrijwel altijd tot asynchroon verkeer en voldoen derhalve aan geen van de drie genoemde typeringen.

V.22bis: 1.200 en 2.400 bps

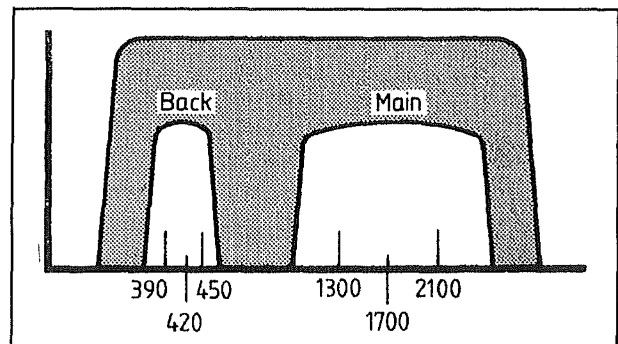
V.22, vastgesteld in 1978, maakt gebruik van PSK en dibit-codering: in vier fasehoeken is de overgang naar de code "L-L", "L-H", "H-L" en "H-H" vastgelegd. Vier jaar later, in 1982, is door de CCITT een uitbreiding van de V.22 standaard vastgesteld: V.22bis. De oorzaak van het zo snel uitbreiden van de standaard was een gevolg van de snelle ontwikkeling van de moderne elektronica. V.22bis maakt gebruik van quad-bit codering: de databits worden in groepen van vier behandeld. Van een kwartet bits worden er twee bepaald door de fase (zoals in V.22) en twee door de amplitude. In V.22bis worden verschillende modi onderscheiden:

- mode I: synchroon, 2.400 bps;
- mode II: asynchroon, 2.400 bps;
- mode III: synchroon, 1.200 bps;
- mode IV: asynchroon, 1.200 bps.

De snelheid van 1.200 bps is bedoeld voor situaties waarin blijkt dat de lijn te slecht is voor 2.400 bps. Het terugvallen op een lagere snelheid wordt "fall-back" genoemd. V.22bis modems regelen automatisch, in onderling overleg, welke snelheid wordt gekozen. Voor computers zijn ook V.22bis modems meestal beperkt tot asynchroon verkeer.

V.23: 1.200 bps

Een al even verouderde standaard die werd toegepast in services als "Prestel" en "Viditel". De verdeling van de vier frequenties volgt uit figuur 3/20.7-19. V.23 kan ook met 75 Baud werken, een kanaal dat gebruikt wordt voor besturingsdoeleinden.



Figuur 3/20.7-19: Het frequentiespectrum van V.23.

V.24

Deze standaard volgt de originele RS-232-C specificaties. Er worden drie groepen onderscheiden, die ieder met verschillende frequenties werken:

- Groep A: 920, 1.000, 1.080 en 1.160 Hz;
- Groep B: 1.320, 1.400, 1.480 en 1.560 Hz;
- Groep C: 1.720, 1.800, 1.880 en 1.960 Hz.

V.27: 4.800 bps synchroon

De V.27 standaard is vooral ontworpen met het oog op de huurlijnen die de PTT's in de verschillende landen kunnen leveren. De eerste versie van de standaard (V.27) voorziet in handmatig via de Hayes commandotaal in te stellen equalizers. La-

tere versies, zoals V.27ter, voorzien in automatische vereffening (automatic equalization) en in adaptief gedrag. De modems stellen zich dynamisch in als er veranderingen in de verbindingskarakteristiek optreden. De V.27 standaards voorzien in een 75 bps retourkanaal dat kan worden gebruikt voor uitwisseling van besturingsinformatie tussen de modems onderling.

V.29: 9.600 bps synchroon
De V.29 standaard is vooral ontworpen met het oog op de vaste lijnen van hoge kwaliteit die de PTT's in de verschillende landen kunnen leveren. Het is een veelgebruikte standaard bijvoorbeeld voor fax apparatuur! De voorziene bedrijfssnelheid is 9.600 bps, maar V.29 voorziet in fall-back snelheden van 7.200 bps en 4.800 bps. De V.29 modems werken met quadbit codering, amplitude- en fasemodulatie gemengd.

V.32: 9.600 bps
Deze standaard staat bidirectionele transmissie toe met een maximale snelheid van 9.600 bps, eventueel te verlagen tot 4.800 bps. Er word geen gebruik gemaakt van vier frequenties, maar er wordt een wiskundig algoritme toegepast dat rekening houdt met de verschilfrequenties tussen zendend en ontvangend modem.

V.32bis: 14.400 bps
Een uitbreiding van de V.32 standaard, die werkt met snelheden van 7.200, 12.000 en 14.400 bps.

V.32ter: 19.200 bps
Door diverse modemfabrikanten ingevoerde eigen implementatie van V.32bis, met een maximale snelheid van 19.200 bps.

V.34: 28.800 bps
Diverse modemfabrikanten ontwikkelden eigen technologieën voor snelle modem's die samengevat werden met de benaming "V.FAST". De internationale standaardisatiecommissie volgde deze ontwikkelingen door het definiëren van de V.34 standaard, die kan werken met snelheden van 2.400, 2.743, 2.800, 3.000, 3.200, 3.429, 7.200, 12.000, 14.400, 19.200 en 28.800 bps.

V.35: 48.000 bps
De TU-T standaard voor communicatie met een maximale snelheid van 48 kbps.

V.42
Een ITU-T protocol voor foutcorrectie in het verkeer tussen twee modems.

V.42bis
Een aanpassing van V.42, waarbij compressie op de datastroom wordt toegepast.

V.90: 56 kbps
Bij deze technologie wordt gebruik gemaakt van twee verschillende datasnelheden. Men gaat uit van het gegevens dat een groot deel van een modern PTT-net digitaal werkt. In één richting wordt met 33,6 kbps gewerkt, in de andere met 56 kbps. Aan de serverzijde moet een digitaal modem staan dat via een digitale telefoonlijn (ISDN) de gegevens zo ver mogelijk digitaal naar de client zendt. Vandaar dat in deze richting gewerkt kan worden met de hoge snelheid van 56 kbps. Alleen het laatste stuk van de verbinding, van een onderstation naar de client, gaat analoog. De client zendt de gegevens analoog naar de server en dit gaat met de lagere snelheid van maximaal 33,6 kbps. Dit is niet zo erg omdat in de praktijk het toch zo is dat er meer gegevens van de server naar

de client worden verstuurd dan andersom.

FAX-modems

Ook faxen werken met modems
Tot slot een paar zinnen over het verschijnsel fax. Weinig mensen beseffen het, maar ook faxen werken met ingebouwde modems. Want ook hier moeten digitale gegevens (het gescande document) via de analoge PTT-lijn verzonden worden. Vrijwel alle moderne faxen zijn "group 3" faxen (G3), door CCITT rond 1980 in hun T.4-standaard gedefinieerd. Voor de volledigheid: group 1 en 2 faxen zijn analoge systemen die niet meer voorkomen, group 4 faxen zijn bedoeld voor ISDN en worden dus nog maar zelden aangetroffen. De meeste faxapparaten zijn uitgerust met een V.29 modem.

De Hayes commandotaal

Inleiding
Modems beheersen een heleboel protocollen en bieden tegenwoordig intelligentie aan. Zo kunnen modems automatisch nummers opbellen, vaststellen dat de lijn bezet is en even later opnieuw proberen contact te maken. Instellingen worden bewaard in registers in de elektronica van het modem. Verder beschikt ieder modem over een klein geheugen, waarin telefoonnummers etc. worden bewaard. Registers en geheugen kunnen geprogrammeerd worden. Maar daar is uiteraard een of andere taal voor nodig. Hiervoor is een internationaal gestandaardiseerde commandotaal ontwikkeld: Hayes. De Hayes standaard heeft verder het grote voordeel dat communicatieprogramma's in het overgrote deel van de toepassingen niet meer ingesteld hoeven te worden voor het modem omdat de instelwaarden vaak door de softwarefabrikant als standaard instelling worden meegeleverd. Zodra echter de standaard instellingen om welke reden dan ook niet meer voldoen is men genoodzaakt zelf de nodige wijzigingen in de instellingen aan te brengen. Daarom is een uitgebreide bespreking van alle beschikbare Hayes instructies zo belangrijk!
Hoewel niet alle modemfabrikanten deze letterlijk hebben overgenomen zal bij moderne modems altijd een overeenkomstige functie beschikbaar zijn. Hiertoe dient men de handleiding te raadplegen.

AT
ATtention code, commandoregel prefix.

A/
Laatste commando regel nogmaals uitvoeren.

A
Handmatig een binnenkomend gesprek beantwoorden.

B
CCITT V.22 ingesteld voor communicatie op 1200 bps.

B1
Bell 212A ingesteld voor communicatie op 1200 bps.

D
On-line gaan voor huurlijnen of spraak-naar-data omschakeling.

20.7 De techniek van modems

D string
Kies het nummer dat in de string staat.

E
De commando echo staat uitgeschakeld.

E1
De commando echo staat standaard ingeschakeld.

H
Hoorn neerleggen.

H1
Hoorn van de haak.

I
Opvragen van de productcode.

I1
Opvragen van het ROM controle getal.

I2
Opvragen van de status van het ROM controle getal.

I3
Opvragen van de produkt revisiecode.

L,L1
Laag luidspreker volume gekozen.

L2
Medium luidspreker volume gekozen.

L3
Hoog luidspreker volume gekozen.

M
Luidspreker staat altijd uit.

M1
Luidspreker staat aan tot er een carrier volgt.

M2
Luidspreker staat altijd aan.

M3
Luidspreker staat aan tot er een carrier volgt, maar niet tijdens het kiezen.

O
Terugkeren naar de on-line status.

O1
Terugkeren naar de on-line status en equalizer opnieuw initialiseren.

Q
Resultaat codes staan ingeschakeld.

Q1
Resultaat codes staan uitgeschakeld.

Sr=n
Stel register r in op waarde n.

Sr?
Lees de inhoud van register r uit.

V
Cijfers als resultaat-code geselecteerd.

V1
Woorden worden als resultaat-code geselecteerd.

X
Kiestoon en voortgang volgen staan uit.

X1
Kiestoon en voortgang volgen staan uit, eerste uitgebreide resultaat-code set wordt weergegeven.

X2
Kiestoon volgen staat aan, tweede uitgebreide resultaat-code set.

20.7 De techniek van modems

X3
Voortgang volgen staat aan, derde uitgebreide resultaat-code set.

X4
Kiestoon en voortgang volgen staan aan, vierde uitgebreide resultaat-code set.

Y
Ophangen bij Break signalen staat uit.

Y1
Ophangen bij Break signalen staat aan.

Z
Modem opnieuw starten.

&C
DCD is altijd aan.

&C1
DCD aan betekent dat er een draaggolf (carrier) aanwezig is.

&D
DTR wordt genegeerd.

&D1
Modem in commando status zodra de DTR van AAN-NAAR-AF gaat.

&D2
Modem hangt op en gaat naar de commando status en schakelt auto-antwoord uit zodra het ontdekt dat de DTR van AAN-NAAR-AF gaat.

&D3
Als de DTR van AAN-NAAR-AF gaat herstart het modem zichzelf.

&F
Fabrieksinstelling in het actieve geheugen laden.

&G
Geen geleidings (guard) toon.

&G1
Geleidingstoon van 550 Hz.

&G2
Geleidingstoon van 1.800 Hz.

&J
Enkellijns verbinding geselecteerd.

&J1
Meerlijns verbinding geselecteerd.

&L
Gebruiksstand voor kieslijnen.

&L1
Gebruiksstand voor huurlijnen.

&M
Asynchrone stand.

&M1
Synchrone stand 1 (Sync/Async mode).

&M2
Synchrone stand 2 (kies opgeslagen nummer mode).

&M3
Synchrone stand 3 (handmatig kiezen mode).

&P
Pulse kies make/break ratio (39/61 = USA).

&P1
Pulse kies make/break ratio (33/67 = rest van de wereld).

20.7 De techniek van modems

&R
CTS let op de RTS.

&R1
RTS genegeerd.

&S
DSR is altijd AAN.

&S1
DSR werkt in overeenstemming met de EIA RS-232C specificaties.

&T
Test beëindigen in gang.

&T1
Initialiseer een locale analoge loopback.

&T3
Initialiseer een locale digitale loopback.

&T4
Modem staat verzoek van het ander modem voor een digitale loopback toe.

&T5
Modem staat verzoek van het ander modem voor een digitale loopback niet toe.

&T6
Initialiseer een digitale loopback bij het andere modem.

&T7
Initialiseer een digitale loopback met foutenteller bij het andere modem.

&T8
Initialiseer een lokale analoge loopback met foutenteller.

&W
Schrijft de actieve configuratie naar het niet-vluchtige RAM.

&X
Modem genereert eigen kloksignalen voor verzending.

&X1
Modem gebruikt de kloksignalen van de computer of terminal.

&X2
Modem ontvangt de kloksignalen van de carrier van het andere modem.

&Z
Slaat het nummer in de kiesstring op in het niet-vluchtige geheugen.

\A
Maximum MNP blokomvang is 64 byte.

\A1
Maximum MNP blokomvang is 128 byte.

\A2
Maximum MNP blokomvang is 192 byte.

\A3
Maximum MNP blokomvang is 256 byte.

\Bn
Verzendt een nx100 milliseconde break signaal naar het andere modem.

\C
Geen auto-betrouwbare bufferopslag en terugval teken.

\C1
Auto-betrouwbare bufferopslag tot maximaal 200 tekens.

20.7 De techniek van modems

\C2
Gebruik het auto-betrouwbaar terugval teken.

\E
Data echo staat uitgeschakeld.

\E1
Modem echoot de data van de computer terug naar de computer tijdens de on-line status (alleen in de directe en de normale mode).

\F
Geeft vijf telefoonnummers weer uit het niet-vluchtige geheugen.

\G
Schakelt de modem poort aan/uit controle uit.

\G1
Schakelt XON/XOFF in voor de modem poort tijdens een normale verbinding.

\J
Gelijkschakeling van de seriële poort snelheid en van de verbindingssnelheid staat uit.

\J1
Gelijkschakeling van de seriële poort snelheid en van de verbindingssnelheid staat aan.

\K
Terugkeren naar de commando status bij de ontvangst van een break signaal (expedited destructive).

\K1
Niet terugkeren naar de commando status bij de ontvangst van een break signaal (expedited destructive).

\K2
Terugkeren naar de commando status bij de ontvangst van een break signaal (expedited non-destructive).

\K3
Niet terugkeren naar de commando status bij de ontvangst van een break signaal (expedited non-destructive).

\K4
Terugkeren naar de commando status bij de ontvangst van een break signaal (non-expedited non-destructive).

\K5
Niet terugkeren naar de commando status bij de ontvangst van een break signaal (non-expedited non-destructive).

\N
Normale stand.

\N1
Directe stand.

\N2
MNP stand.

\N3
Auto-betrouwbare MNP stand.

\O
Initialiseer een MNP verbinding tijdens een gewone verbinding.

\Q
Schakel de seriële poort controle uit.

\Q1
Schakel de seriële poort controle in.

\Q2
Schakel de CTS seriële poort controle in.

\Q3
Schakel de RTS/CTS seriële poort controle in.

\S
Geeft de actieve RAM-configuratie weer.

\Tn
Non-activiteits timer.

\U
Accepteer een MNP verbinding tijdens een normale verbinding.

\V
Schakel de uitgebreide MNP resultaatcode uit.

\V1
Schakel de uitgebreide MNP resultaatcode in.

\X
Schakel XON/XOFF doorgifte uit.

\X1
Schakel XON/XOFF doorgifte in.

\Y
Start of accepteer een MNP verbinding.

\Z
Beëindig een MNP verbinding en schakel terug naar een gewone verbinding.

&Z1
Schrijf eerste telefoonnummer weg naar het blijvend geheugen.

&Z2
Schrijf tweede telefoonnummer weg naar het blijvend geheugen.

&Z3
Schrijf derde telefoonnummer weg naar het blijvend geheugen.

&Z4
Schrijf vierde telefoonnummer weg naar het blijvend geheugen.

&Z5
Schrijf vijfde telefoonnummer weg naar het blijvend geheugen.

%An
ASCII waarde instellen voor het autobetrouwbare terugval teken.

%C
Schakel MNP klasse 5 foutprotocol uit.

%C1
Schakel MNP klasse 5 foutprotocol in.

#Dn
nx100 milliseconde vertraging voor het gereed maken voor het ontvangen van een MNP verbindingsopbouwpakket.

#En
Aantal herhaalde verzendingen (x12 per eenheid).

#M
Stel de modem poort snelheid in op 300 bps.

#M1
Stel de modem poort snelheid in op 1200 bps.

#M2
Stel de modem poort snelheid in op 2400 bps.

20.7 De techniek van modems

+++
Roep de commando status op vanuit de on-line status.

P
Pulse (draaischijf) kiezen.

T
Tone (druktoets) kiezen.

,
Pauze 8 seconde.

/
Pauze 1/8 seconde.

!
Flash.

W
Wacht op de tweede kiestoon.

;
Terugkeren naar de commando status na het kiezen.

R
Naar de antwoord stand.

S=1 of S
Kies het eerste opgeslagen telefoonnummer.

S=2
Kies het tweede opgeslagen telefoonnummer.

S=3
Kies het derde opgeslagen telefoonnummer.

S=4
Kies het vierde opgeslagen telefoonnummer.

S=5
Kies het vijfde opgeslagen telefoonnummer.

De antwoordcodes
Hyes-modems communiceren met de gebruiker via antwoordcodes die zij op het beeldscherm van de computer zetten. In het kort een overzicht van de belangrijkste antwoorden.

0 OK
De commando regel is correct uitgevoerd.

1 CONNECT
Carrier ontdekt op 300 bps.

2 RING
Belsignaal ontdekt.

3 NO CARRIER
Carrier verloren of nooit ontdekt.

4 ERROR
Ongeldige commando regel.

5 CONNECT 1200
Carrier ontdekt op 1200 bps.

6 NO DIALTONE
Geen kiestoon ontdekt na het opnemen van de hoorn.

7 BUSY
In gesprek signaal ontdekt.

8 NO ANSWER
Geen 5 seconde stilte ontdekt bij het gebruik van het @ teken.

9 RINGING
Terugbel signaal ontdekt.

10 CONNECT 2400
Carrier ontdekt op 2400 bps.

11 OVERFLOW
De ingevoerde commando-regel overschrijdt de lengte van de commandobuffer.

12 SPEED MISMATCH
Snelheidsverschil tussen de seriële poort en de modem poort.

13 BAD LINE
Herhalings sequentie niet succesvol beeindigd.

14 LOOPBACK
Digitale loopback aangevraagd door het andere modem.

15 LOOPBACK OFF
Digitale loopback stopgezet door het andere modem.

16 CONNECT 1200 V.23 MAIN
Carrier ontdekt op V.23.

17 CONNECT 1200 V.23 BACK
Carrier ontdekt op V.23.

18 CONNECT 300 V.21
Carrier ontdekt op 300 bps.

20 CONNECT 0300/REL
Carrier ontdekt op 300 bps en MNP verbinding opgebouwd.

22 CONNECT 1200/REL
Carrier ontdekt op 1200 bps en MNP verbinding opgebouwd.

23 CONNECT 2400/REL
Carrier ontdekt op 2400 bps en MNP verbinding opgebouwd.

3/20.8

Telecommunicatie en netwerken

Inleiding

Automatisering of elektronica?
De praktijk van netwerken heeft uiteraard veel meer met automatisering en computers te maken dan met elektronica, maar de techniek van netwerken is uiteraard zuivere elektronica.
Vandaar dat een hoofdstuk over telecommunicatie en netwerken in dit subdeel "Telecommunicatie" niet kan en mag ontbreken!
Hoewel het niet de bedoeling van dit hoofdstuk is diep in te gaan op de technische specificaties van netwerken, wordt wel een overzicht gegeven van de technieken die gebruikt worden, de technische specificaties en de verschillende soorten netwerken die bestaan.

Indeling van netwerken
Netwerken kan men in vier grote groepen indelen:
- Publieke datanetwerken
  Deze werken meestal via het openbare telefoonnet en in principe kan iedereen er op inloggen. Uiteraard zijn er echter vele "openbare" netwerken, die alleen toegankelijk zijn voor betalende abonnees. Na het betalen van het abonnement krijgt men een privé-code, waarmee men op het netwerk kan inloggen.
- Local Area Networks of LAN's
  Deze netwerken verbinden een aantal computers, terminals en printers die deel uitmaken van één organisatie en op één plaats zijn gevestigd. Deze netwerken maken uiteraard geen gebruik van het openbare telefoonnet, maar hebben een eigen infrastructuur met glasvezel- of coax-kabels.
- Wide Area Networks of WAN's
  Zoals de naam reeds doet vermoeden werken deze netwerken over langere afstanden.
  Ook een WAN verbindt computers, terminals en randapparatuur met elkaar. Het grote verschil tussen een LAN en een WAN is echter dat deze apparatuur bij een WAN wereldwijd verspreid kan staan.
  WAN's maken geen gebruik van het openbare telefoonnet, maar van speciale zeer hoogwaardige verbindingen die van de lokale telefoon maatschappijen worden gehuurd.
- Integrated Services Digital Network of ISDN
  Dit netwerk dat volop in aanbouw is zal een revolutie teweeg brengen in netwerk-land. De bedoeling van ISDN is een glasvezel netwerk op te richten, los van de bestaande openbare telefoonlijnen, waarover met grote snelheid en volledig digitaal spraak, data, tekst en beelden verstuurd kunnen worden.

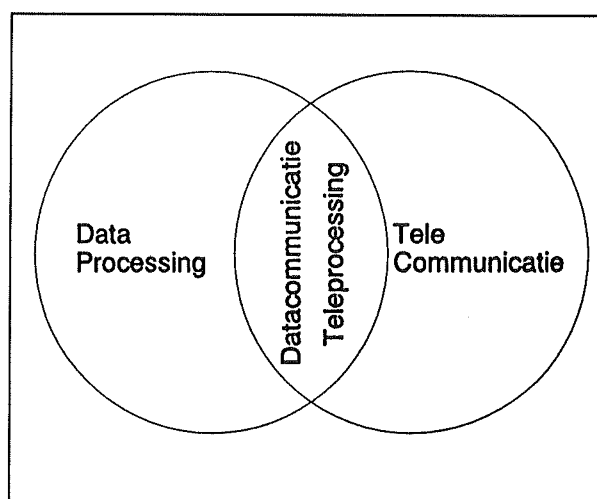
20.8 Telecommunicatie en netwerken

Datacommunicatie
Wanneer men over netwerken praat komt vrijwel meteen de term datacommunicatie om de hoek kijken. Netwerken kunnen niet bestaan zonder datacommunicatie.
Met datacommunicatie is het in principe mogelijk om op grote afstand computersysteem met elkaar te laten communiceren. De term datacommunicatie is afgeleid van de woorden dataprocessing en telecommunicatie (zie figuur 3/20.8-1). De benaming teleprocessing wordt ook wel eens gebruikt om deze bezigheid aan te duiden.
Met datacommunicatie is sinds de ontwikkeling van de computer een extra dimensie toegevoegd aan het gebruik van computersystemen. In de laatste jaren zijn de ontwikkelingen op het gebied van de datacommunicatie enorm in omvang toegenomen. Er is bijna geen computersysteem denkbaar zonder dat datacommunicatie voorzieningen een of andere rol spelen. Datacommunicatie is een zeer geslaagde combinatie van twee technieken die in principe totaal van elkaar verschillen, namelijk dataprocessing en telecommunicatie.

Dataprocessing
Dataprocessing is de verzamelnaam voor alles wat te maken heeft met de automatische gegevensverwerking die met behulp van software door computersystemen wordt uitgevoerd (processed). De software en data krijgt het computersysteem aangeboden via diverse soorten invoerapparatuur, ponskaarten, toetsenbord, diskettestations, enz.

Telecommunicatie
Telecommunicatie is communiceren over kleinere of grotere afstanden. De informatie wordt hierbij getransporteerd door middel van elektromagnetische hulpmiddelen, zoals elektrische geleiders, radiogolven, lichtstralen, enz.

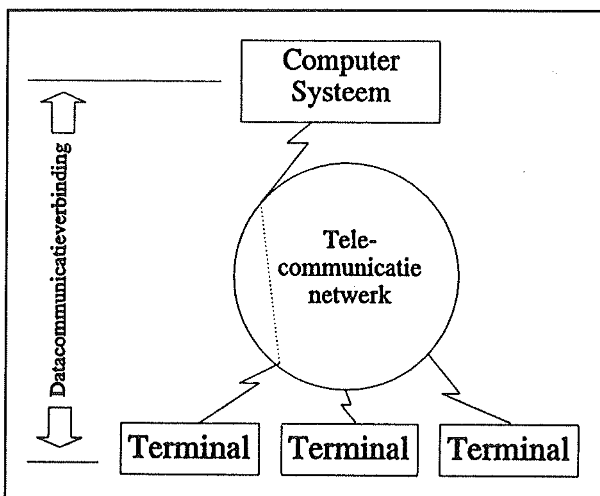
Terminals
De apparaten die nodig zijn om op grote afstand met computersystemen te kunnen communiceren, worden "terminals" genoemd (zie figuur 3/20.8-2), maar ook computersystemen zelf kunnen een dergelijke terminaltaak uitvoeren.



Figuur 3/20.8-1: Datacommunicatie ontstaat door het verenigen van de eigenschappen van dataprocessing en telecommunicatie.

Telecommunicatie netwerk
Het "systeem" dat fysiek zorg draagt voor het uitwisselen van de informatie tussen een computersysteem en terminals wordt het "telecommunicatie netwerk" genoemd.
De verbindingen die tussen een computersysteem, communicatiesysteem en terminal tot stand worden gebracht, worden datacommunicatie verbindingen genoemd.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-2: Een datacommunicatie verbinding bestaat uit een computer, het netwerk en een of meerdere terminals.

Computer netwerken

Inleiding

Worden computersystemen en diverse soorten terminals met elkaar verbonden dan spreekt men over computer netwerken. De noodzaak voor dergelijk computer netwerken komt voornamelijk voort uit een drietal ontwikkelingen:

- Resource sharing;
- Distributed systems;
- Distribution of intelligence.

Resource sharing

Door zelfstandige computersystemen aan elkaar te koppelen kunnen voor groepen gebruikers nieuwe faciliteiten aan het computersysteem worden toegevoegd. Faciliteiten die bij computersysteem A niet aanwezig zijn, maar bij computersysteem B wel, komen door koppeling van systeem A aan B ook voor de gebruikers van systeem A beschikbaar en vice versa.

Enkele voorbeelden zijn:

- toegang tot grote gegevensbanken ook wel databases genoemd;
- grotere rekencapaciteit dan het eigen systeem;
- beschikbaarheid van extra harde schijven en printers;
- gemeenschappelijk werken met applicaties.

Dit verschijnsel wordt resource sharing genoemd.

De onderlinge koppeling van computersystemen maakt ook ontwikkelingen van geheel nieuwe toepassingen mogelijk. Een voorbeeld is de gemeenschappelijke elektronische brievenbus of mailbox, waardoor gebruikers onderling berichten, documenten, memo's enz. kunnen versturen.

Distributed systems

Bij toepassingen die geografisch over verschillende computersystemen verspreid zijn, kan het voorkomen dat lokale en/of voor een deel autonome computersystemen delen van deze toepassing moeten uitvoeren. Men spreekt hier van distributed systems. Een voorbeeld dat de bovenstaande omschrijving verduidelijkt is te vinden in de chemische industrie, waar bij de besturing van een chemisch proces onder andere beveiligingsprocedures en delen van de procesbesturing in lokale besturingsstations kunnen worden ondergebracht. Deze lokale besturingsstations worden dan op hun beurt weer vanuit het centrale computersysteem bewaakt.

Distribution of intelligence

Als laatste ontstaan computer netwerken doordat zelfstandige computersystemen door de, steeds goedkoper wordende, verwerkingscapaciteit rationeel en be-

trouwbaarder kunnen worden gemaakt. Taken die vroeger door slechts één centrale processor werden uitgevoerd, kunnen nu worden gedaan door de processoren in de randapparatuur (bijvoorbeeld een intelligente terminal of werkstation). Hierdoor ontstaat een decentralisatie van intelligentie van de centrale processor eenheid naar de overige systeemcomponenten. Men spreekt dan van distributed intelligence.

Indeling van netwerken
Alvorens computer netwerken met behulp van datacommunicatie kunnen worden ontwikkeld, is er een gedegen infrastructuur van telecommunicatie netwerken nodig om de data te kunnen transporteren. Deze telecommunicatie netwerken kunnen in een aantal groepen worden ondergebracht.
In de volgende paragrafen worden de verschillende netwerken met hun kenmerken opgesomd.

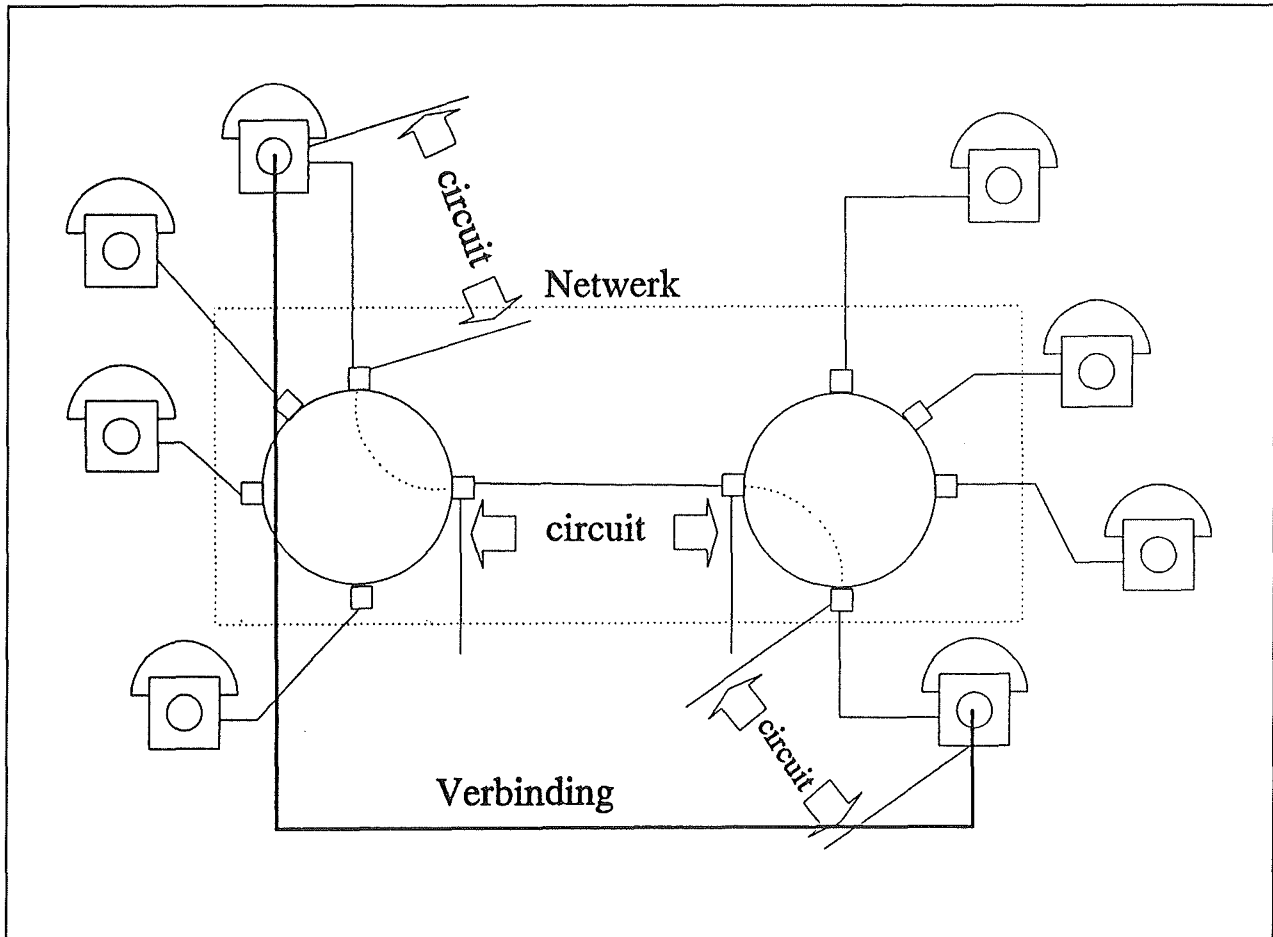
Telefoon netwerk
Telecommunicatie netwerken op basis van telefoonlijnen kunnen verdeeld worden in het openbaar telefoon netwerk, huurlijnen en privé of in-plant lijnen. Telefoon netwerken zijn voornamelijk opgebouwd op basis van circuit-switching technieken.

Openbaar telefoon netwerk
Het openbaar telefoon netwerk wordt meestal door een landelijke maatschappij geëxploiteerd en is een goed voorbeeld van circuit-switching. In Nederland draagt de PTT zorg voor het transport van, in eerste instantie, spraak maar tegenwoordig ook digitale informatie. Door middel van het circuit-switching netwerk dat bestaat uit telefooncentrales (eigenlijk schakelautomaten) en telefoonkabels wordt data (spraak of digitale informatie) van abonnee A naar abonnee B getransporteerd. Het principe van circuit-switching komt hier op neer dat communicatie tussen A en B tot stand komt, door de verschillende schakelautomaten op de route van A naar B in volgorde met elkaar door te verbinden. Voorwaarde voor de communicatie is dat alle schakelingen, die de verbinding tot stand hebben gebracht, tijdens het gegevenstransport aanwezig blijven. In figuur 3/20.8-3 is een schema van een circuit-switching telefoon netwerk getekend. De huidige telefoonlijnen zijn van dusdanige kwaliteit dat digitale informatie al met een snelheid van 9.600 bit per seconde (baud of bps) over de lijn kan worden getransporteerd.

Huurlijnen
Naast normale telefoonlijnen die van oorsprong bestemd zijn voor spraak, biedt de PTT in Nederland ook de mogelijk om speciaal voor datacommunicatie doeleinden geschikt gemaakte lijnen te huren. Deze lijnen bestaan ook uit in dit geval permanent geschakelde circuits en zijn in het algemeen van betere kwaliteit dan de spraakcircuits.
Deze huurcircuits kunnen in tegenstelling tot spraaklijnen niet alleen twee- maar ook vierdraads zijn. Enkele voorbeelden van deze circuits zijn:
- M.1040:
  normale huurlijn;
- M.1020:
  speciale door de PTT geëgaliseerde kwaliteitslijn;
- M.1025:
  extra kwaliteitslijn.

Naast bovengenoemde telefooncircuits verhuurd de PTT ook telegraaf- en zogenaamde wideband-circuits.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-3: De samenstelling van een telefoonnetwerk met circuit-switching.

Privé of in-plant lijnen

De privé of in-plant lijnen zijn opgebouwd uit lokale (eventuele circuit-switching) telecommunicatie netwerken die niet buiten het eigen fabrieksterrein of kantoorgebouw komen. Buiten deze grens neemt de PTT de communicatie weer over.

TELEX netwerk

Ook het openbare TELEX netwerk is een telecommunicatie netwerk dat met behulp van circuit-switching is opgebouwd. Dit netwerk, dat met de moderne datacommunicatie technieken op basis van computers een beetje in onbruik is geraakt, is niet erg snel.

Data wordt met 50 bps van bron naar bestemming getransporteerd.

Publieke datanetwerken

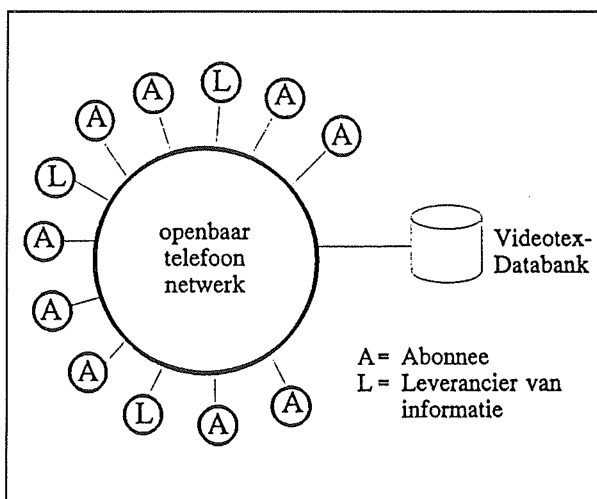
Inleiding

Publieke datanetwerken zijn specifiek opgezet voor datacommunicatie over grote afstanden en met een grote gebruikersgroep. De bekende datanetwerken in de wereld maken zowel gebruik van circuit-switching als van packet-switching telecommunicatie netwerken als infrastructuur voor het datanetwerk.

20.8 Telecommunicatie en netwerken

Enkele bekende datanetwerken in de wereld zijn:
- VIDEOTEX in Nederland;
- RETD in Spanje;
- EURONET in heel Europa;
- DABAS in Nederland;
- IDEE in heel Europa;
- TRANSPAC in Frankrijk;
- PSS in Groot Brittanië;
- DATEX-P in Duitsland;
- DATAPAC in Canada;
- TELENET in de Verenigde Staten;
- ARPANET in de Verenigde Staten;
- DATANET-1 in Nederland;
- SURFNET in Nederland.

In de volgende paragraafjes zullen enige in Nederland actieve publieke datanetwerken toegelicht worden.



Figuur 3/20.8-4: De schematische samenstelling van het VIDEOTEX-systeem.

VIDEOTEX

VIDEOTEX is een systeem dat op aanvraag snel informatie kan verstrekken. Een VIDEOTEX-systeem moet toegankelijk zijn voor een groot aantal abonnees dat gezamenlijk de kosten voor de verstrekte diensten dekt. Een van de diensten is het up-to-date houden van de informatie in de databank. Om te kunnen communiceren met de databank van een VIDEOTEX-systeem moet een abonnee beschikken over een terminal. Dit kan een aangepast TV-toestel zijn, een speciaal voor VIDEOTEX ontworpen terminal of een modem in een computer.
In figuur 3/20.8-4 is de schematische opbouw van VIDEOTEX getekend.

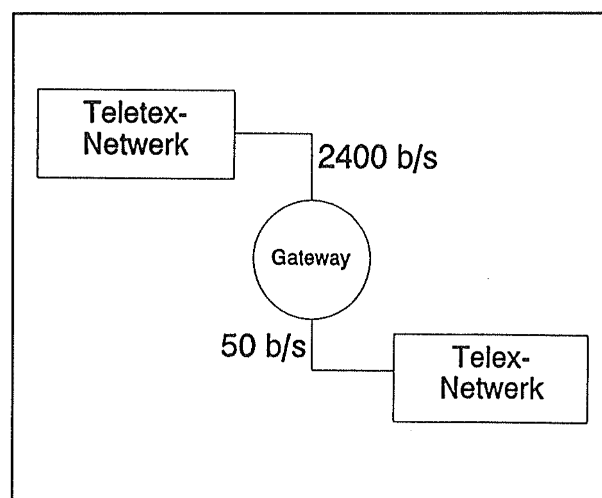
De abonnees en de leveranciers van informatie zijn via het openbare telefoon netwerk met de VIDEOTEX-databank verbonden.
De informatie die het VIDEOTEX-systeem kan verstrekken, kan de volgende gebieden omvatten:
- weerberichten;
- postcode dienst;
- telefoon dienst;
- politiek;
- bibliografie;
- biologie;
- bouwkunde;
- elektronica;
- elektrotechniek;
- energie en milieu;
- geneeskunde;
- natuurkunde;
- patenten;
- ruimte- en sterrenkunde;
- sociale wetenschappen;
- reisinformatie;
- vrije tijd informatie;
- contacten;
- sex.

Bekende nationale VIDEOTEX-systemen gegroepeerd naar land van herkomst zijn:
- Nederland:
  Viditel
- Groot-Brittanië:
  Prestel Public Service
- Frankrijk:
  Teletel

- Duitsland:
  Bildschirmtext Service (BtX)

TELETEX
Met TELETEX, een dienst die door de PTT wordt geleverd, kunnen abonnees via telecommunicatie netwerken automatisch berichten uitwisselen van het ene geheugen naar het andere geheugen. Met behulp van deze dienst kan met TELEX en VIDEOTEX (in principe) worden samengewerkt. TELETEX is niet van een netwerk afhankelijk en kan zo van verschillende telecommunicatie netwerken gebruik maken, onder andere van het openbare telefoon netwerk maar ook de openbare datanetwerken (zowel packet-switching en circuit-switching), waarbij datanetwerken de voorkeur genieten.
De karakterset die voor TELETEX wordt gebruikt, de pagina-opmaak en de procedures voor het uitwisselen van pagina's en documenten zijn vastgelegd in een aantal aanbevelingen van het CCITT (Comité Consultatif International pour le Télégraphe et le Téléphonie).
Een voordeel van TELETEX is dat het volledig automatisch kan samenwerken met TELEX. De automatische samenwerking komt neer op communicatie zonder de hulp van de abonnees. Voor de koppeling tussen het TELETEX-netwerk en TELEX-netwerk dient een zogenoemde "gateway".
Deze zorgt, zie figuur 3/20.8-5, voor het omzetten van de datasnelheden.

Een nadeel van het samenwerking van een TELETEX-terminal met een TELEX-terminal is dat alleen karakters van het Internationaal telegraaf alfabet No. 2 (vijf bit karakters) mogen worden gebruikt en bovendien slechts een regellengte van maximaal 69 karakters is toegestaan. In Nederland is TELETEX mogelijk via DATANET-1 (DN1).



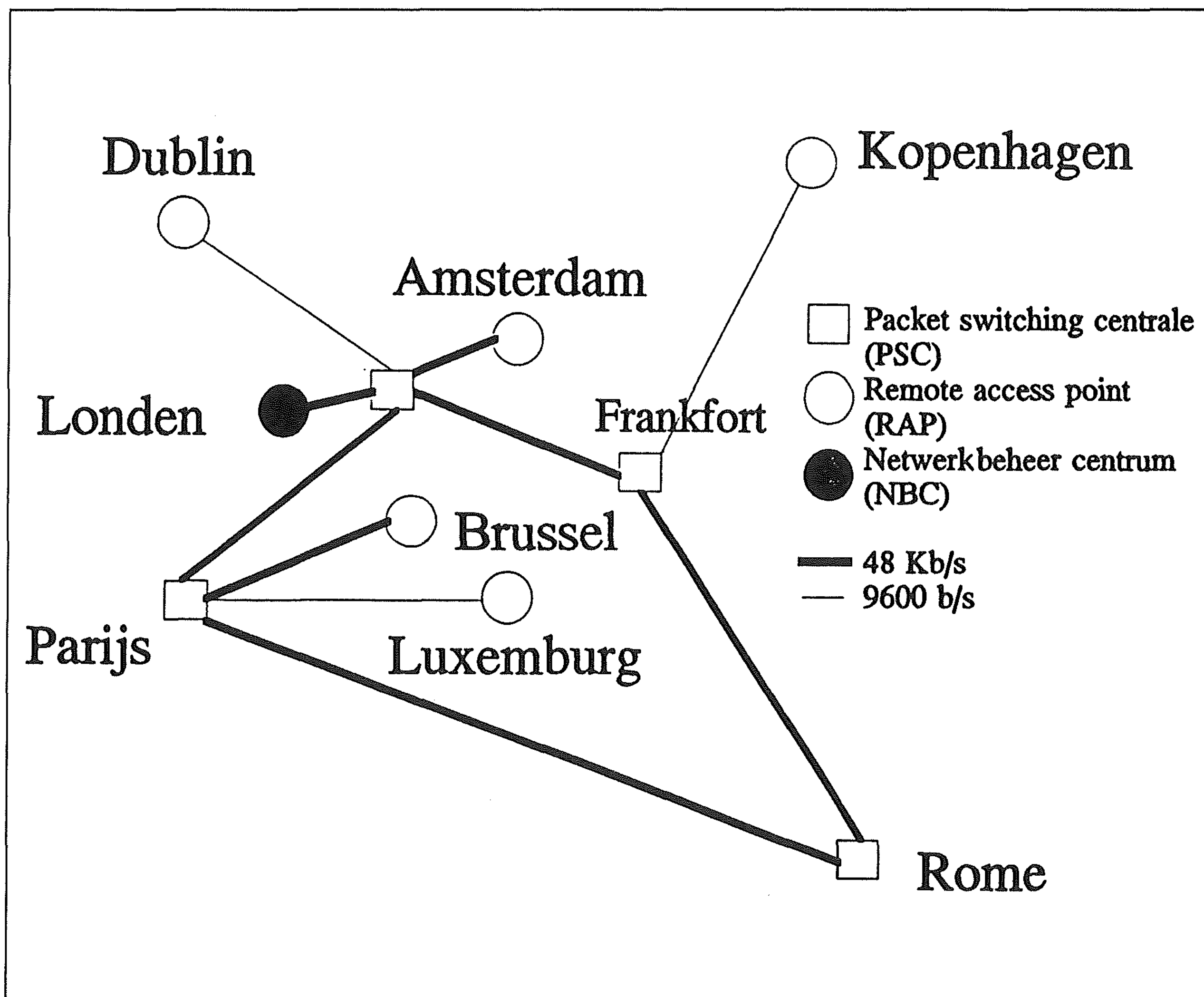
Figuur 3/20.8-5: Voor de koppeling tussen een TELETEX- en TELEX-netwerk heeft men een zogenoemde "gateway" nodig.

EURONET
In 1975 kreeg de commissie van de Europese Economische Gemeenschap (EEG) het startsein van de Raad van Ministers voor het implementeren van een telecommunicatie- en informatienetwerk in de gemeenschappelijke markt.
Om toegang te kunnen verschaffen tot wetenschappelijke, technische en sociaal-economische gegevens die opgeborgen waren in een 25-tal geplande computersystemen (hosts) die verdeeld waren over de lidstaten moest er een netwerk tussen deze computersystemen komen. Deze 25 computersystemen zouden moeten voorzien in ongeveer 150 databanken die een breed scala van informatie bevatten op het gebied van onder andere ruimtevaart, astronomie, chemie, energie, elektronica, voedselwetenschappen en -technologie, wiskunde, medicijnen, farmacologie, biologie, metallurgie, kernwetenschap, pa-

tenten, mechanische, elektrische en civiele engineering, fysica, sociale wetenschappen, enz.
Dit internationale netwerk dat nu sinds 1979 operationeel is, staat bekend als EURONET en wordt geëxploiteerd door de gezamenlijke PTT's van de aangesloten lidstaten. De schematische samenstelling van EURONET is getekend in figuur 3/20.8-6.

De naam EURONET wordt alleen gebruikt voor het telecommunicatienetwerk.

Voor de databank-aspecten is gekozen voor de naam DIANE (Direct Information Access Network for Europe). Niet alleen de EEG-landen maar ook het altijd neutrale Zwitserland is betrokken bij het EURONET-project.
EURONET dient onder andere voor:
- het verkeer dat nodig is voor het raadplegen van de databanken (DIANE-verkeer);
- telecommunicatiemiddel voor het zakelijk dataverkeer met de eigenschappen van een normaal openbaar netwerk.



Figuur 3/20.8-6: De structuur van EURONET.

20.8 Telecommunicatie en netwerken

SWIFT

SWIFT (Society for Worlwide Interbank Financial Telecommunication) is een netwerk systeem voor het internationale betalingsverkeer tussen banken, opgericht in 1977.
SWIFT is een netwerk waarop een duizendtal banken in 43 landen zijn aangesloten. Er bestaan drie knooppunten in de hele wereld, een daarvan is in Nederland en wel in Zoeterwoude. Verder is er een knooppunt in Brussel (België) en een knooppunt in Virginia (Verenigde Staten).
Via huurlijnen zijn deze knooppunten verbonden met regionale concentratoren. Iedere concentrator heeft om betrouwbaarheidsredenen nog een backupverbinding met een andere concentrator, waardoor een sterk vermaasde netwerkstructuur is ontstaan. Via huur- of dial-up lijnen zijn de banken met behulp van een SWIFT-Interface-Device (SID) terminal op de concentratoren aangesloten. Vanwege de grote financiële belangen is er een strenge controle op de invoer van gegevens.
Naast de switching functie vervullen de knooppunten onder andere functies voor transactie validaties, het on-line bewaren van berichten over een periode van twee dagen en het off-line bewaren van berichten over een langere periode.

Local Area Networks

Inleiding

Grofweg zijn de toepassingen van een LAN, of daarin nu gebruik gemaakt wordt van terminals (zoals in traditionele multiuser systemen) of computers, in te delen in de volgende categorieën.

- Server taken
  Het delen van randapparatuur of een centrale harde schijf. Dit kan voordelen hebben vanwege de kosten of plaats van de betreffende randapparaten of zoals bij een file-server, omdat de bestanden centraal blijven en iedereen vanaf verschillende werkplekken toegang heeft tot dezelfde gegevens. Ook de beveiliging van de centrale gegevens komt hierbij aan de orde.
- Electronic mail
  Dit is het onderlinge verkeer tussen gebruikers op een netwerk, die elkaar berichten sturen via een mailbox systeem. Ook het gecentraliseerd sturen van electronic mail, faxen en dergelijke vanaf het netwerk naar buiten, een ander netwerk of een grote computer, kan heel goed met een netwerk.
- Datacollectie
  Dat zijn de systemen die gegevens (de data) verzamelen die door de op afstand gelegen terminal worden aangeboden. De centrale computer functioneert als databank. Kenmerkend is het éénrichtingsverkeer.
- Data distributie
  De data distributie is net omgekeerd aan de data collectie. De terminals kunnen uitsluitend data opvragen en niet veranderen of retourneren. Voorbeelden van data distributie zijn vluchtgegevens, interne bulletin boards en het geven van toeristische informatie.

Interactieve systemen

Interactieve systemen stellen de gebruikers in staat om met de in de centrale computer (de file-server) opgeslagen programma's en gewenste gegevens te werken. De gebruiker verkeert in een constante dialoog met de computer en de gegevens (data) zijn up-to-date.

Er zijn wel twee beperkingen:
- de terminal-gebruikers mogen de programma's niet wijzigen;
- de gebruikers mogen geen nieuwe software op het netwerk plaatsen.

Schoolvoorbeelden van interactieve (vaak real-time) netwerken zijn magazijnbeheer, hotelreserveringen en bankadministraties, vaak spreekt men hier ook van OLTP, een term die staat voor "On-Line Transaction Processing".

Enige begrippen

Bij LAN's heeft men te maken met een eigen taaltje, waarin moeilijke begrippen meer regel dan uitzondering zijn. Enige van deze typische berichten worden toegelicht.

- Storage and retrieval
  Storage and retrieval netwerken zijn bedoeld voor het opslaan van grote hoeveelheden informatie die snel en overzichtelijk toegankelijk dient te blijven.
  Voorbeelden zijn het boekenbestand van een bibliotheek of het medisch archief in een ziekenhuis. De gebruiker heeft een interactieve communicatie met het systeem, maar de meeste terminalgebruikers kunnen de centraal opgeslagen informatie niet veranderen of aanvullen.
- Time sharing
  Onder time sharing verstaat men, bij de klassieke computeropzet met terminals, het gezamenlijk gebruik van programma's en databestanden op één en hetzelfde computersysteem.
- Groupware
  Netwerken hebben geleid tot nieuwe toepassingen op het vlak van projectbeheer en gezamenlijk werken aan opdrachten. Software waarmee meerdere gebruikers tegelijk aan één project werken wordt ook wel groupware genoemd.
- Remote job entry
  Remote job entry is het op afstand (via het netwerk) werk aan een centrale computer uitbesteden.
  De verstuurde jobs worden tijdelijk opgeslagen en later als batch verwerkt.

Verschillende LAN's

De ontwikkeling van de netwerktechnologie heeft er inmiddels toe geleid dat een groot aantal netwerksystemen op de markt wordt aangeboden. Deze systemen verschillen veelal van elkaar door andere toegangsmethoden of een andere benadering van dezelfde techniek door bijvoorbeeld verschillende leveranciers.
Een greep uit deze verzameling van verschillende netwerktechnieken en/of leveranciers volgt hieronder:

- 3Com:
  voorheen ontwikkelde deze netwerkcomponenten leverancier een totaal pakket van hard- en software voor een netwerk, tegenwoordig beperkt 3Com zich op hardwarecomponenten voor netwerken;
- ARCnet:
  is net als ethernet een collision detect protocol maar heeft een veel kleinere bandbreedte, daartegenover staan echter de kleinere investeringen nodig voor bijvoorbeeld de netwerk adapters;
- DECnet (DIGITAL):
  zijn netwerksystemen met een voornamelijk op ethernet gebaseerd protocol dat Digital computers met elkaar (kan) verbinden;
- PC-netwerk (IBM):
  de eerste pogingen van IBM om personal computers met elkaar in een netwerk te verbinden met behulp van seriële communicatie;

- Token Ring (IBM):
  in eerste instantie gebruikte IBM het Token Ring protocol om de diverse IBM mini- en mainframe computers in een netwerk met elkaar te laten communiceren, tegenwoordig is Token Ring ook in de PC-wereld doorgedrongen al is het een vrij kostbare oplossing;
- Wangnet (WANG):
  is in principe de Wang-tegenhanger van DECnet met eigen netwerkcomponenten en protocollen;
- Ethernet:
  in 1980 door Digital, Intel en Xerox ontwikkelde standaard voor netwerk communicatie op basis van het Carrier Sense, Multiple Access/Collision Detect principe (CSMA/CD);
- Zero-slot LAN of ZSL:
  op basis van eenvoudige seriële of parallelle peer to peer verbindingen kan een netwerk worden opgebouwd zonder gebruik te maken van (dure) netwerk interface adapters.

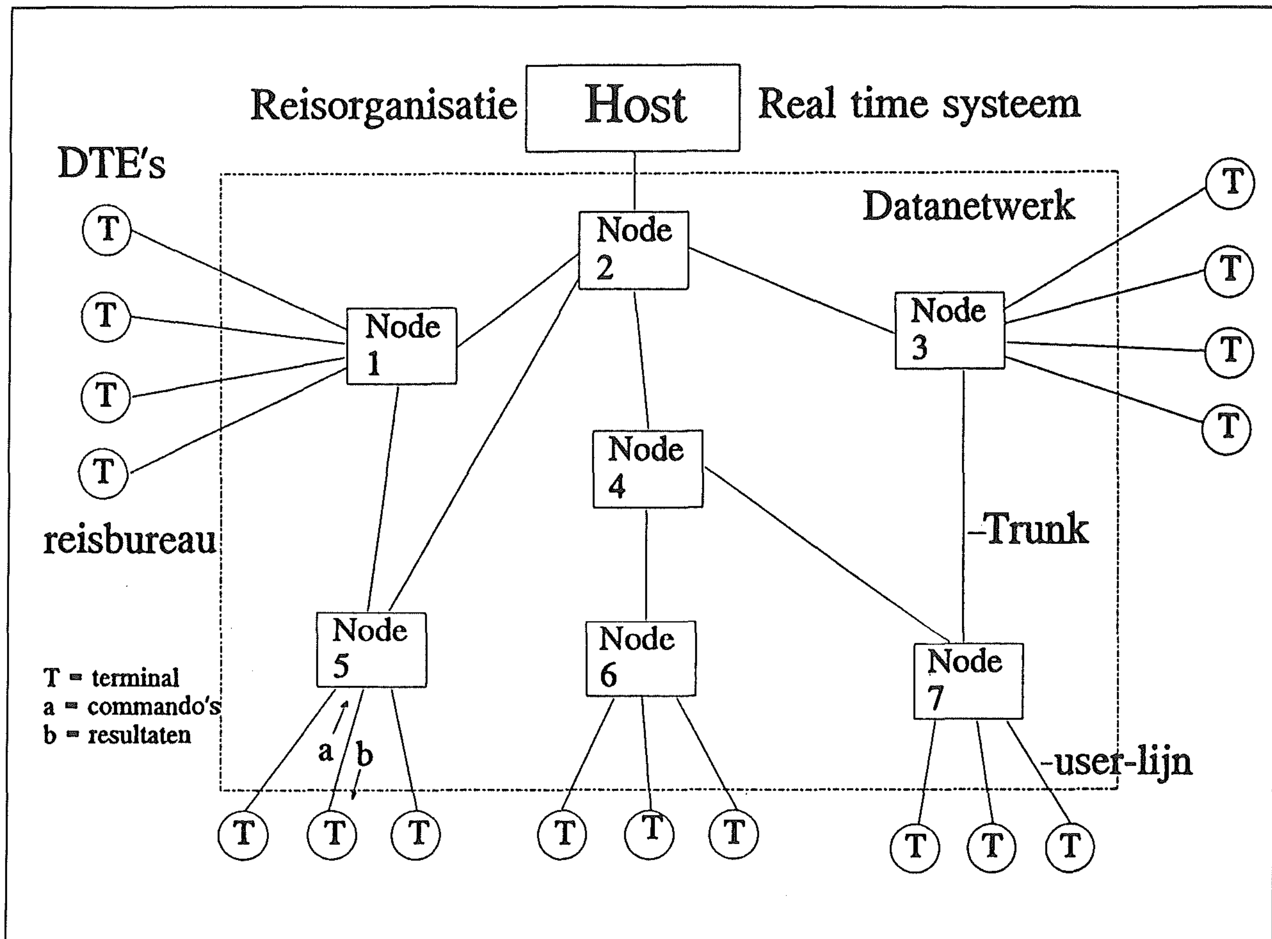
Wide Area Networks of WAN's

Inleiding
Tot nu toe is voornamelijk geschreven over computersystemen waarop via een aantal transmissielijnen terminals zijn aangesloten. Deze typische plaatsgebonden LAN's zijn nog tamelijk eenvoudige datacommunicatie verbindingen.
Bij wat meer ingewikkelde datacommunicatie systemen moet men echter twee zaken zeer goed uit elkaar houden:
- op de eerste plaats de applicatiecomputer waarin bijvoorbeeld voor een realtime systeem de functies (programma's) zijn belegd die op aanvraag van de gebruikers kunnen worden uitgevoerd;
- op de tweede plaats het datacommunicatie netwerk dat ervoor zorgt dat de commando's en gegevens van de gebruikers op de juiste plaats van bestemming, namelijk aan de applicatiecomputer (centrale computersysteem) worden afgeleverd. Andersom moet het netwerk ervoor zorgen dat resultaten en boodschappen vanuit de applicatie computer weer bij de desbetreffende gebruiker worden afgeleverd. Het netwerk zorgt dus voor de juiste routering van informatie.

Samenstelling van een WAN
Een WAN-netwerk is opgebouwd uit computers (meestal minicomputers) en/of schakelautomaten die op een bepaald wijze met elkaar zijn verbonden. Wanneer een netwerk opgebouwd is uit computers, dan worden de afzonderlijke computers, nodes (knooppunten) genoemd, de applicatie computer is de host of hostcomputer en de verbindingen tussen de nodes onderling worden de trunks genoemd. De hostcomputer en de terminals worden Data Terminal Equipments (DTE's) genoemd.
Als laatste schakel zijn er de verbindingen tussen de DTE's en de lokale nodes userlijnen (gebruikerslijnen).
In figuur 3/20.8-7 is de schematische samenstelling van een WAN getekend.

In het getekende voorbeeld kunnen de gebruikers via het datanetwerk gebruik maken van de verschillende reeds aanwezige functies (programma's) en bestanden die op de host zijn opgeslagen. De gebruikers zijn echter niet in staat deze programma's te veranderen.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-7: De principiële samenstelling van een Wide Area Network of WAN.

Zij kunnen alleen maar gebruik maken van genoemde programma's om daarmee bijvoorbeeld een bestand bij te werken. Het netwerk ziet de host ook als gebruiker. Dan zijn de gebruikers niet de terminal-gebruikers, maar de programma's in het systeem.

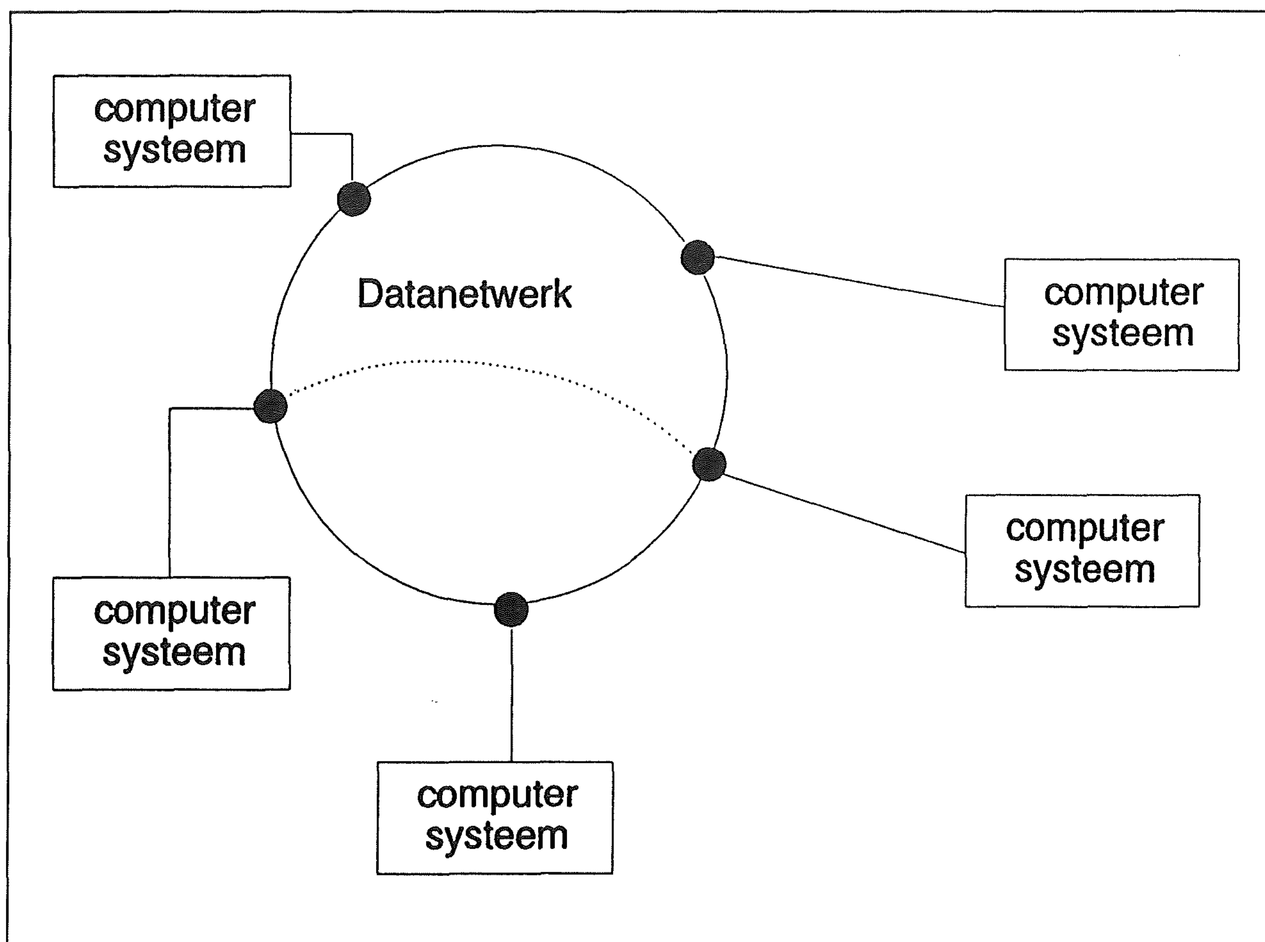
SITA als voorbeeld

Een sprekend voorbeeld van de toepassing van een WAN is het centraal reserveren van hotelkamers en vliegtuigzetels door reisbureaus. Het voordeel van zo'n systeem is dat er geen hotelkamers en vliegtuigzetels verkocht of verhuurd worden die niet meer vrij zijn.

Dubbelboekingen behoren dus tot het verleden. Het vastleggen van boekingen in zulke systemen vindt namelijk "real time" en centraal plaats. De bestanden zijn zodoende op elk tijdstip van de dag up-to-date.

Een bekend voorbeeld hiervan is het "Sociéte International de Télécommunications Aéronautiques"-netwerk, afgekort tot SITA, waarop ongeveer 120 luchtvaartmaatschappijen zijn aangesloten. Het is een wereldwijd datanetwerk waarvan de verbindingen tussen de nodes (schakelcomputers) bestaan uit gehuurde lijnen (vaste verbindingen) van de nationale PTT-organisaties.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-8: De structuur van een datanetwerk waarmee verschillende computers over grote afstand met elkaar verbonden kunnen worden.

De nodes zorgen hierbij voor de juiste routering van de informatie van bron naar bestemming en vice versa.

Datanetwerk

Een andere applicatie die in dit kader het vermelden waard is, is de toepassing van datacommunicatie tussen en met computersystemen.
Door het koppelen van computersystemen onderling door middel van een datanetwerk, is de mogelijkheid aanwezig om van elkaars programmatuur gebruik te maken, zie figuur 3/20.8-8.

Op deze wijze kunnen bedrijven zich specialiseren op bepaalde programma's, zodat die dan ook een zeer hoog rendement hebben.

Satelliet-netwerk

Het koppelen van nationale publieke netwerken tot een internationaal netwerk is een aangelegenheid van de PTT's.
Ook bij WAN's maakt men vaak gebruik van de diensten van de PTT's. Er is echter een nieuwe evolutie gaande, waarbij WAN's via satelliet-verbindingen met elkaar communiceren.

Een voorbeeld hiervan is de ECS (European Communication Satellite), die naast datacommunicatie ook voor vele andere toepassingen gebruikt zal worden, onder andere televisie. In sommige gevallen wordt een satelliet geëxploiteerd door een consortium van PTT en/of grote ondernemingen, zoals in het geval van SBS (Satellite Business Systems).

Integrated Services Digital Network of ISDN

Inleiding
Gedurende de laatste jaren is de CCITT erg druk geweest met het ontwikkelen van aanbevelingen voor ISDN. ISDN is een eerste stap in de richting van digitale netwerken die zowel spraak, data, tekst als beelden (voice- en non-voice-diensten) kunnen voeren. Het is de bedoeling dat ISDN in de toekomst een wereldwijd netwerk gaat worden, net als het reeds bestaande wereldwijde telefoonnetwerk. Verwacht wordt dat in de tweede helft van de jaren negentig ongeveer 80 % van de EEG toegang zal hebben tot ISDN. Dit zal dan 5 % van alle telefoonabonnees in Europa zijn. Met behulp van ISDN zal TELEX bijvoorbeeld honderd maal sneller zijn en een FAX-bericht zal met een snelheid van één pagina per seconde van lokatie A naar lokatie B worden getransporteerd.
Met ISDN kunnen tegelijkertijd (gedigitaliseerd) spraak, data en tekst worden uitgewisseld over één en dezelfde lijn.
De verbinding tussen twee gebruikers is end-to-end en over de totale verbinding wordt alleen met digitale informatie gewerkt.

Verschillen tussen analoog en digitaal
Wanneer men de bestaande openbare communicatie netwerken bekijkt, kan worden opgemerkt dat deze netwerken elk over hun eigen schakelmiddelen (centrales, transmissielijnen) beschikken. Wanneer in de toekomst voor spraak, data, tekst en beelden steeds meer met digitale informatie-overdracht (de D in ISDN) zal worden gewerkt, zal er niet zoveel verschil meer zijn in transport en routering. Er kan dan worden volstaan met één geïntegreerd telecommunicatie netwerk (de N in ISDN).

Leverbare diensten
Er zal dan voor de gebruikers van dit netwerk slechts één standaard-interface beschikbaar zijn die voor de volgende diensten (Integrated Services, de I en de S in ISDN) kan worden toegepast:
- telefoon;
- beeldtelefoon;
- elektronische post;
- datatransmissie;
- TELETEX;
- VIDEOTEX;
- telebankieren;
- telemetrie;
- grafische voorstellingen;
- slow scan video.

Overgangsperiode
Voordat ISDN echt één volledig geïntegreerd netwerk is, is er nog een overgangsperiode waarin de huidige netwerken gebruikt gaan worden voor de te leveren diensten met eventuele aanpassingen voor de analoge netwerken.
In de overgangsperiode blijven de verschillende netwerken gewoon naast elkaar bestaan. Het beschikbaar zijn van een wereldwijd geïntegreerd digitaal netwerk en wel end-to-end, betekent dat een

dergelijk netwerk veel minder gevoelig is voor storingen en vervormingen dan analoge transmissie (telefoonnetwerk). In packet-switching netwerken, zoals het nederlandse DN1, wordt al gewerkt met digitale transmissie.

ISDN-aansluiting

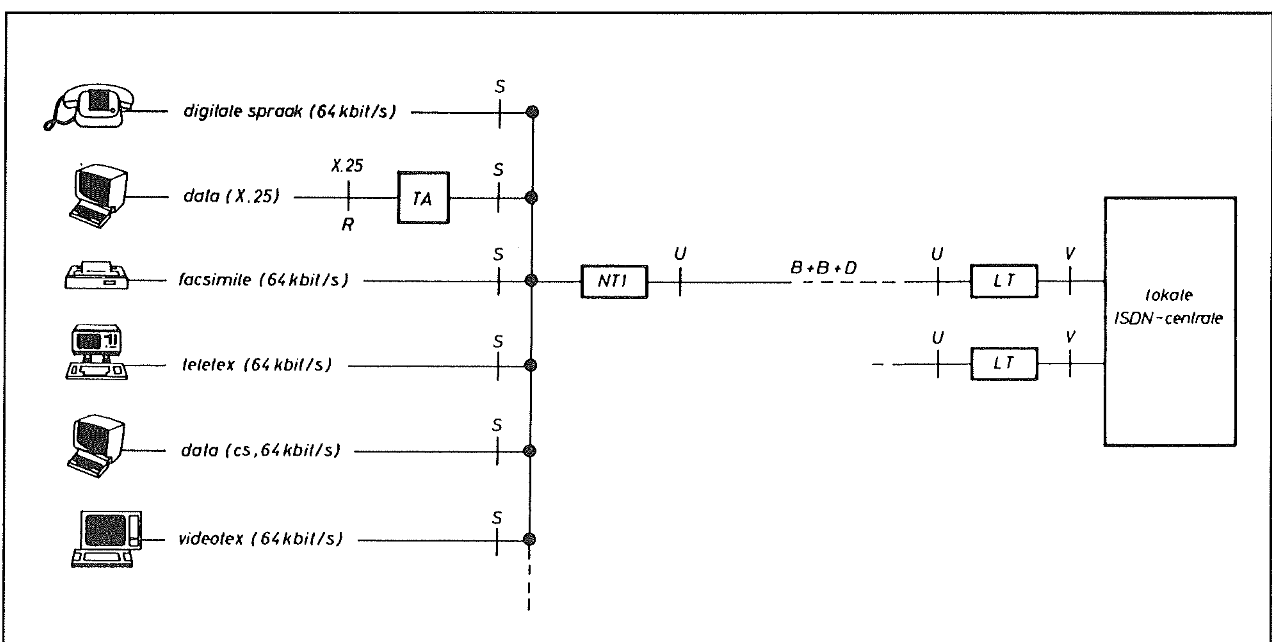
Een groot nadeel is momenteel dat de PTT voor elk netwerk een aparte aansluiting moet aanbrengen met zijn eigen specifieke interface. Met ISDN behoort dat tot het verleden, omdat via één aansluiting de abonnee toegang kan verkrijgen tot alle bestaande en toekomstige openbare netwerken en diensten (zie figuur 3/20.8-9).

Breedband ISDN

De in 1988 afgeronde internationale standaardisering van de ISDN-normen is uiteraard alweer achterhaald. Deze norm ging uit van een transmissie-snelheid van 64 kbit/s over twee kanalen. Deze twee kanalen kunnen eventueel worden samengevoegd tot één kanaal met een transmissie-snelheid van 128 kbit/s. Voor een heleboel toepassingen is dat in feite te weinig.

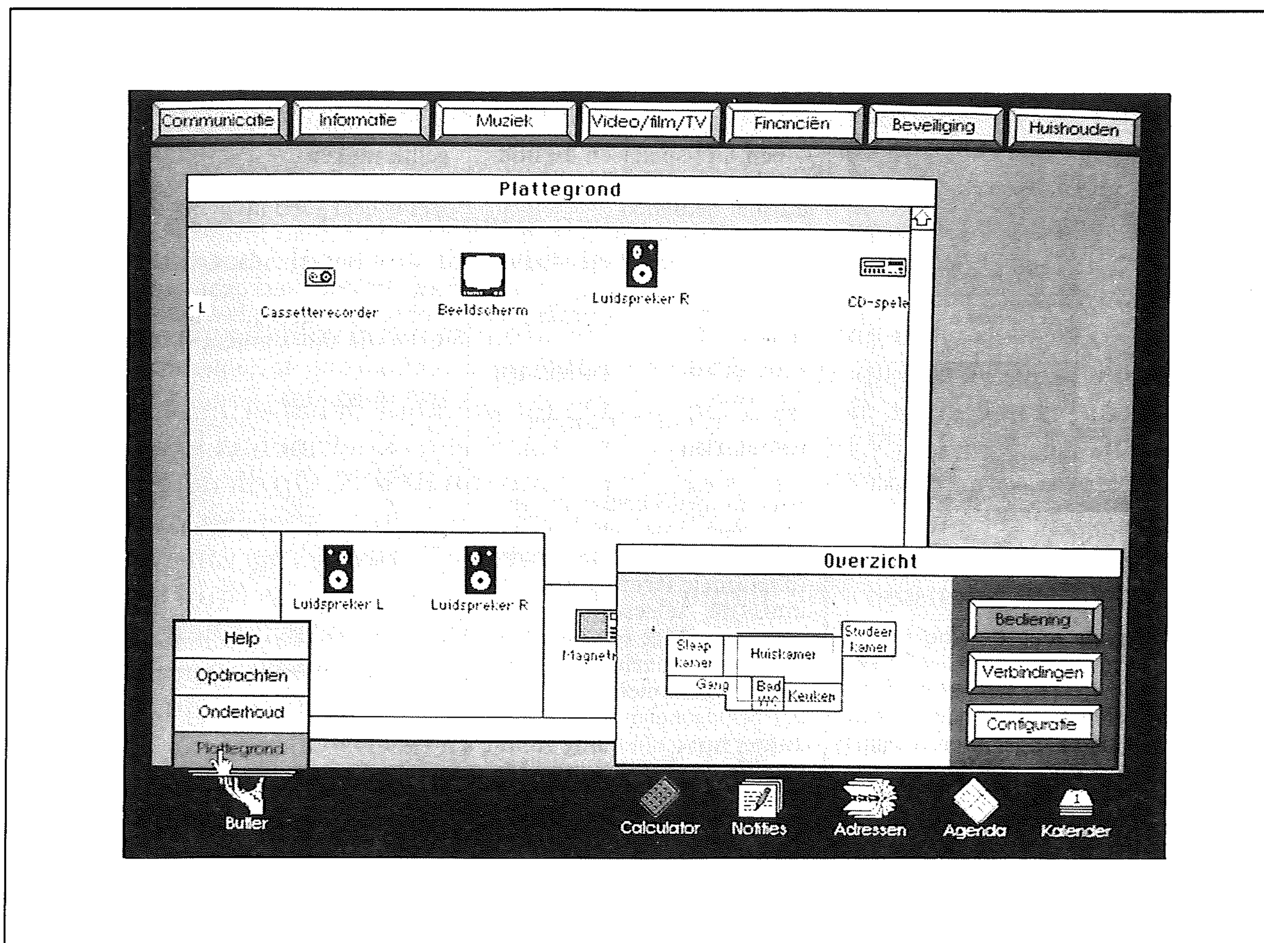
Vandaar dat er nu druk wordt gewerkt aan een nieuwe norm, de zogenoemde BISDN. Dit protocol gaat uit van een transmissie-snelheid van niet minder dan 565 Mbit/s en een volledig glasvezel bekabeld net.

Op dit moment draait er in Sloten (Amsterdam) een experimenteel glaskabelnet op basis van BISDN. Op dit net zijn diverse huizen aangesloten met per huis 16 connectoren. De bedoeling van het experiment is voornamelijk gebruikersvriendelijke software te ontwikkelen, waarmee alle BISDN-toepassingen vanuit een centrale computer te besturen zijn. Deze software werkt uiteraard met een grafische gebruikers-interface, waarvan figuur 3/20.8-10 een idee geeft. Vanuit deze interface zijn alle elementen van het huisnet te bedienen, zoals de beeldtelefoon, TV op het scherm, etc.



Figuur 3/20.8-9: De standaard aansluiting van ISDN.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-10: De experimentele gebruikers-interface, waarmee men vanaf de computer alle op het BISDN-net aangesloten apparatuur kan bedienen.

Technische achtergronden van LAN's

Inleiding

Na het korte overzicht van de verschillende soorten netwerken wordt in dit hoofdstuk aandacht besteed aan de technische achtergronden van Local Area Networks of LAN's.
Dit zijn immers de netwerken waar de meeste lezers van dit naslagwerk in de praktijk van dit moment mee te maken krijgen.

Reikwijdte van een LAN

Een LAN is ten opzichte van andere typen netwerken (denk aan wide area netwerken) geografisch beperkt. De maximale reikwijdte van een LAN is ongeveer 10 km. Deze beperking in overbrugbare afstanden is te wijten aan de keuze van eenvoudige transmissietechnieken. De geografische reikwijdte wordt dus bepaald door het transmissiemedium maar uiteraard ook door de daarop aangesloten apparaten. Het gemeenschappelijke transmissiemedium van een lokaal netwerk beperkt het gebied gewoonlijk tot binnen één gebouw of binnen een aantal gebouwen,

zoals bijvoorbeeld bij een fabrieksterrein met meerdere gebouwen, kantorencomplex of een universiteit.
Een LAN vult als het ware het gat tussen de I/O-bus (maximaal enkele tientallen meters) van een computer en de openbare telecommunicatie netwerken (enkele tientallen tot duizenden kilometers).

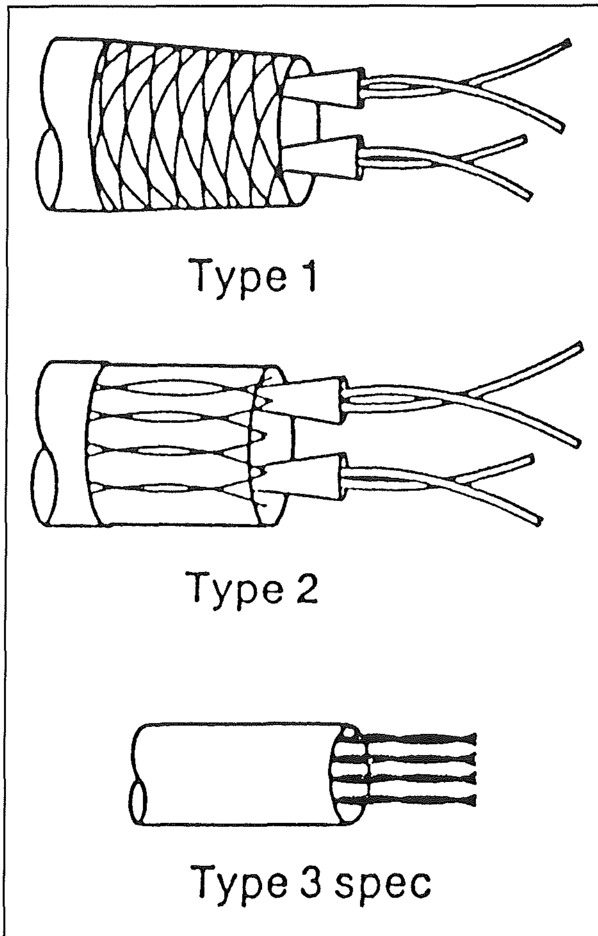
Karakteristieken van een LAN
De karakteristieken van een LAN zijn als volgt samen te vatten:
- de reikwijdte van een LAN is beperkt tot maximaal 10 km;
- tussen elk willekeurig station is slechts één datalink betrokken;
- alle stations nemen elke activiteit op het transmissiemedium waar, hetgeen betekent dat er op een bepaald moment maar één station kan zenden;
- er is geen dure intelligente hardware nodig om berichten van en naar hun bestemming te sturen;
- de stations zijn direct aangesloten op het transportmedium;
- de snelheden waarmee de gegevens via het medium worden getransporteerd liggen hoger dan in andere netwerkstructuren, namelijk tussen 1 Mbit/s en 16 Mbit/s;
- voor glasvezelkabels kunnen de snelheden nog hoger liggen, namelijk tot ongeveer 50 Mbit/s;
- de transmissie is betrouwbaar en veilig, dat wil zeggen een laag foutpercentage en een snelle foutafhandeling;
- het netwerk kan gemakkelijk worden uitgebreid met nieuwe stations;
- men is bij het ontwikkelen van LAN's er van uit gegaan dat het installeren en onderhouden eenvoudig moet zijn;
- ook de beheersinspanningen die nodig zijn om een LAN "in de lucht" te houden moeten beperkt blijven.

Bekabeling of transmissiemedia

Inleiding
De kabels zijn de ruggegraat van het LAN. In de praktijk lijkt het geheel meer op een soort spinneweb met de netwerkservers (de computer die de centrale bestanden beheert) in het midden. Tot voor kort leek de coaxkabel de ongekroonde koning van het LAN. Op dit moment is de onafgeschermde telefoonkabel echter al bezig met een staatsgreep en het draadloze LAN ligt al op de loer. Het is daarom tijd om op deze plaats eens de verdiensten van de verschillende LAN-kabels op een rijtje te zetten.
Als voorbeeld worden de kabeltypen behandeld die veel gebruikt worden in de PC-netwerk omgevingen.

Kabeleigenschappen
Welke eigenschappen bepalen nu de keuze van LAN-kabels? Vele factoren kunnen hierbij een rol spelen, met name moet er gelet worden op:
- de kosten per strekkende meter;
- de datacapaciteit en snelheid van de kabel;
- de gevoeligheid voor storingen en de mate van isolatie;
- de bruikbare lengte van de kabels;
- de mogelijkheid tot tussentijdse versterking (boosters) binnen het kabeltrajekt;
- de elektrische of optische eigenschappen van de kabel.

Al deze factoren kunnen per kabeltype en merk nogal verschillen. Daarom is het zaak om bij het plannen van een LAN-installatie vooraf goed te uit te zoeken welk kabeltype het beste bij het LAN past.



Figuur 3/20.8-11: Drie verschillende soorten getwiste kabels met hun officiële koderingen.

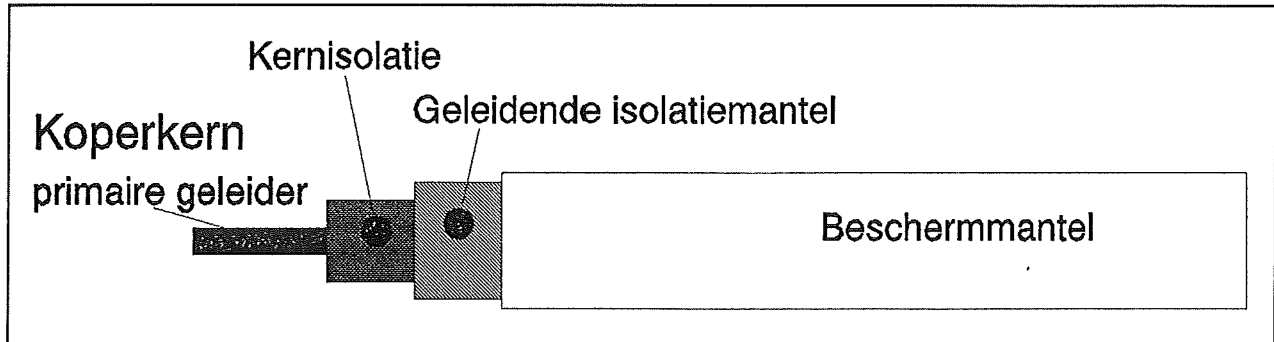
Gedraaide kabels of twisted pairs

Een populair kabeltype bij het LAN zijn de zogenoemde gedraaide kabels of twisted-pair kabels. Deze kabel bestaat uit om elkaar heen gevlochten geïsoleerde koperdraden. Dankzij een zorgvuldig berekende vlechttechniek kunnen deze gevlochten kabels informatie over een grotere afstand doorgeven dan voor elke draad apart mogelijk zou zijn. Twisted-pair kabels worden zowel in afgeschermde als niet-afgeschermde uitvoeringen verkocht.
Het afgeschermde type is duurder en minder storingsgevoelig voor electrische interferentie dan de niet-afgeschermde kabel. Toch wint de niet-afgeschermde kabel (in principe doodgewone telefoonkabel) juist snel aan populariteit. Menig LAN maakt gebruik van niet-afgeschermde telefoonkabels. Het medium kan informatie transporteren met snelheden tot ongeveer 1Mbit/s over afstanden tot enkele honderden meter zonder versterking (zogenaamde repeaters).

Telefoonkabels

Reeds lang wordt gezocht naar één type kabel dat de meeste LAN behoefte kan dekken. Een goede kandidaat is de zogenaamde Unshielded Twisted Pair (UTP) telefoonkabel. Dit UTP-type is niet alleen spotgoedkoop maar is bij tal van bedrijven al standaard in de infrastructuur opgenomen. De kabels liggen er dus al en zijn gemakkelijk uit te breiden.
Natuurlijk is het wel zaak dat de fabrikanten van LAN-kaarten hun netwerk interface kaarten geschikt maken voor UTP-gebruik. Ethernet was één van de eerste standaarden die van het UTP-kabelnet gebruik maakte.
De nieuwe 10Base-T norm voor UTP-Ethernet, heeft dan ook als basis de stertopologie van het conventionele telefoonnet in plaats van de veel bij LAN's gebruikte bus-topologie. In de ster gaat het communicatieverkeer over één centraal knooppunt, de hub. Bij het telefoonnetwerk is dat de (huis-)centrale. Toekomstige integratie van PC-data, spraak en beeld liggen bij gebruik van een gedigitaliseerde telefooncentrale, de zogenoemde PABX centrale, in het verschiet.
Behalve het gebruik van dit centrale telefoonnetwerk biedt de hub ook diagnostische voordelen:
- de "layout" van het LAN is relatief simpel;

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-12: De samenstelling van coaxkabel.

- bij problemen kan de netwerkmanager eenvoudig softwarematig op de probleem verbinding "inzoomen";
- met behulp van automatisch foutbeheer kan de falende poort op nonactief gesteld worden.

Aan de keerzijde van de medaille staan een tweetal technische problemen:
- de niet-afgeschermde twisted pair kabel is flink gevoelig voor demping, het oppikken van storingen en het zelf uitzenden van hoogfrequente radiosignalen;
- alleen bij lage transmissiesnelheden is het datatransport betrouwbaar.

Momenteel is het echter al mogelijk om snelheden van 10 Mbit/s of meer te halen! Een equaliser pept daarvoor de door demping aangetaste hoge frequenties op, zodat ook kabellengtes van meer dan 100 m tot de mogelijkheden behoren. De door de LAN-kabels zelf gegenereerde interferentie wordt door een filter ongedaan gemaakt, zodat storing van radio en draadloze telefoons kan worden voorkomen.

Coaxiaalkabel

De coaxkabel is vooral bekend als het witte snoer van het kabel-TV net. De kabel bestaat, zie figuur 3/20.8-12, uit drie verschillende lagen, te weten:
- de centrale koperkern, dit is de primaire signaalgeleider;
- de kernisolatie;
- een afschermende mantel van aluminium of koper, voor zowel afscherming tegen storingen als tweede geleider.

Het geheel wordt omhuld door een witte kunststof mantel.

De grote voordelen van de coaxkabel zijn:
- de goede isolatie tegen storingsbronnen;
- de hoge datasnelheden die mogelijk zijn;
- de grote transportafstand.

Als belangrijkste nadeel geldt echter de stevige prijs per strekkende meter.
Er kunnen twee soorten coaxkabel worden onderscheiden:
- Basisband kabels
  Een basisband kabel kan maar één signaal tegelijkertijd voeren. De informatie kan daarbij met snelheden van 1 Mbit/s tot 10 Mbit/s over een basisband coaxiaalkabel worden getransporteerd. Met deze hoge snelheden kunnen eventueel een aantal signalen over de basisband kabel worden gemultiplexed (Time Division Multiplexing). De signalen over een basisband-LAN zijn altijd digitaal en worden door het zendende station in beide richtingen

over de kabel gestuurd. Basisband kabel is duurder dan breedband kabel en bij transport over grotere afstanden (meer dan 1.000 m) zijn bij basisband dure digitale repeaters nodig.

- Breedband kabels
  Een breedband coaxiaalkabel kan meer signalen tegelijkertijd voeren, waarbij elk signaal een andere frequentiegebied van de kabel bezet.
  Signalen op een breedband kabel zijn altijd analoog, waarbij gebruik wordt gemaakt van modulatie van signalen op de verschillende draaggolven. Breedband signalen zijn unidirectioneel (één-richting). Dit komt door de aard van de elementen die nodig zijn voor het voeren van de RF (Radio Frequentie) signalen door het netwerk. Breedband kabel kan zich over vele kilometers uitstrekken, waarbij alleen goedkope versterkers nodig zijn.
  Een probleem bij breedband netwerken is dat deze zorgvuldig moeten worden afgeregeld om succesvol met de verschillende frequenties te kunnen werken.
  Om dergelijke netwerken aan te leggen en te onderhouden zijn dus goed getrainde technici nodig.

Glasvezelkabel

De meeste toepassingen van glasvezelkabels zijn nog niet uit de experimentele fase.

Toch hebben zij bij audio-apparatuur, bijvoorbeeld bij het kopiëren van CD-speler naar DAT-recorder, de consument al bereikt. Bij de LAN's worden glasvezelkabels echter spaarzaam gebruikt.

Het principe van de glasvezelkabel is relatief simpel. Lichtgeleidende flinterdunne glasvezels transporteren met lichtsnelheid optisch gecodeerde signalen zonder interferentie over grote afstanden. De datacapaciteit is ongekend groot.

Ook de glasvezeldraad bestaat, zie figuur 3/20.8-13, uit drie componenten:

- de glasvezelkern, de eigenlijke signaaldrager;
- een binnenisolatie, vaak uitgerust met signaalversterkende eigenschappen;
- een buitenisolatie mantel.

In de meeste gevallen worden meerdere vezeladers tot één kabel gebundeld (zie figuur 3/20.8-13). Voor het transport van digitaal gecodeerde lichtsignalen door een glasvezel zijn een optische zender aan de ene kant (bestaande uit een halfgeleider-laser of LED's) en aan de andere kant een optische ontvanger (bestaande uit bijvoorbeeld een CCD-chip) nodig.

Bij datatransport over grotere afstanden ontstaan problemen van lichtverlies en -verstrooiïng. Om dit probleem op te lossen kan het systeem worden uitgerust met krachtigere lasers, versterkers en hoogwaardige kabels.

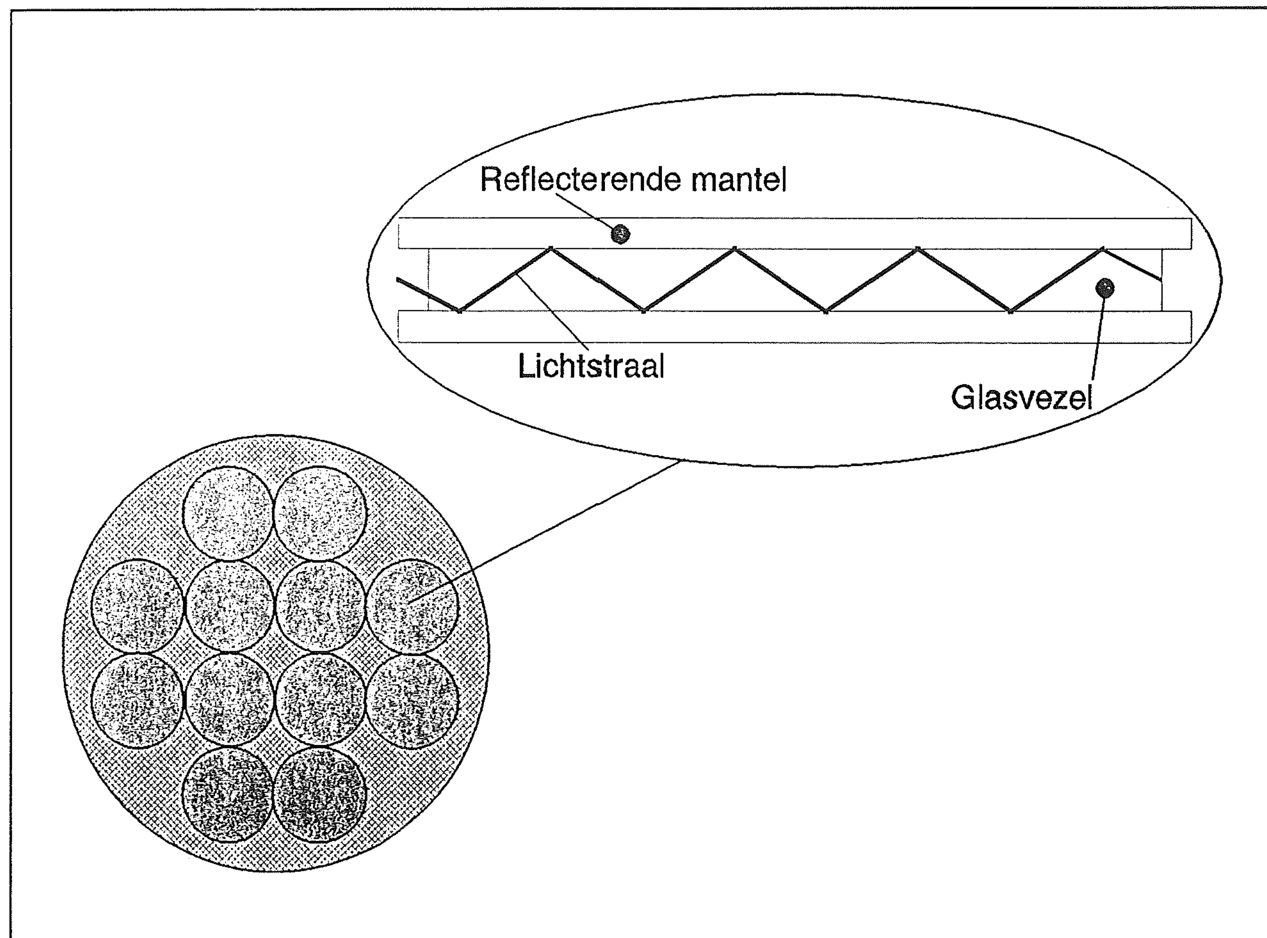
De belangrijkste nadelen van glasvezelkabels zijn:

- de hoge kosten;
- het grote communicatie verlies bij een kabelbreuk.

Draadloos transmissiemedium

Over het LAN zonder kabels wordt wel gezegd dat dit het netwerk van de toekomst gaat worden. Inmiddels is de PC-gebruiker wel gewend geraakt aan draadloze muizen en toetsenborden. Ook het idee van een notebook of laptop die zijn data draadloos naar een PC-poort overseint is al ontwikkeld. Signalen draadloos over grote afstanden door muren en ijzeren panelen sturen is echter een heel ander verhaal! Materie absorbeert bij voorkeur infrarode en radiosignalen.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-13: De opbouw van een glasvezelkabel.

Het is al onmogelijk om de eenvoudige straal van een TV-afstandsbediening door een glasplaat heen te sturen en het afbreken van bestaande kantoor- of bedrijfspanden is in het algemeen een onmogelijke zaak.
De oplossing voor signaal-absorberende media heeft twee richtingen:
- het zoeken naar frequenties die niet of nauwelijks geabsorbeerd worden;
- het gebruik van relatief hoge energieën.

Met name de hoge energietechniek is niet ongevaarlijk. Het gebruik van krachtige lasers, sterke radio- of energiebronnen kan schade aanrichten aan het menselijk lichaam. Met name ogen (hoornvlies) en zachte weefsels zijn vrij kwetsbaar. Momenteel is er nog geen veilig draadloos LAN op de markt dat met hoge energieniveau's kan werken.

Transmissietechnieken
Evenals bij de coaxiaalkabels zij er voor LAN's ook twee transmissietechnieken te onderscheiden:
- Basisband-(baseband) transmissietechniek;
- Breedband-(broadband) transmissietechniek.

Bij basisband- (baseband-) of éénkanaals LAN voert het medium altijd maar één signaal en zijn de signalen altijd digitaal, dit in tegenstelling tot breedband trans-

missie waarbij de signalen analoog zijn. Met basisband-LAN's kan alleen dataverkeer (met name tekst) worden afgehandeld.
Bij een breedband- (broadband-) of meerkanaals LAN kunnen meerdere kanalen worden gebruikt. Verder is dit netwerk geschikt voor verschillende toepassingen (beeld, TV, geluid, spraak en tekst).
Voorbeeld van een toegepaste bandbreedte is 280 MHz. Deze bandbreedte kan worden opgedeeld in een groot aantal kanalen (voor TV bijvoorbeeld kanalen van 6 MHz). De informatie wordt bij breedband transmissie op "radiofrequentie" (RF) draaggolven gemoduleerd. Het eerste breedbandsysteem werd ontwikkeld door MITRE Corporation als de MITRE Bus.

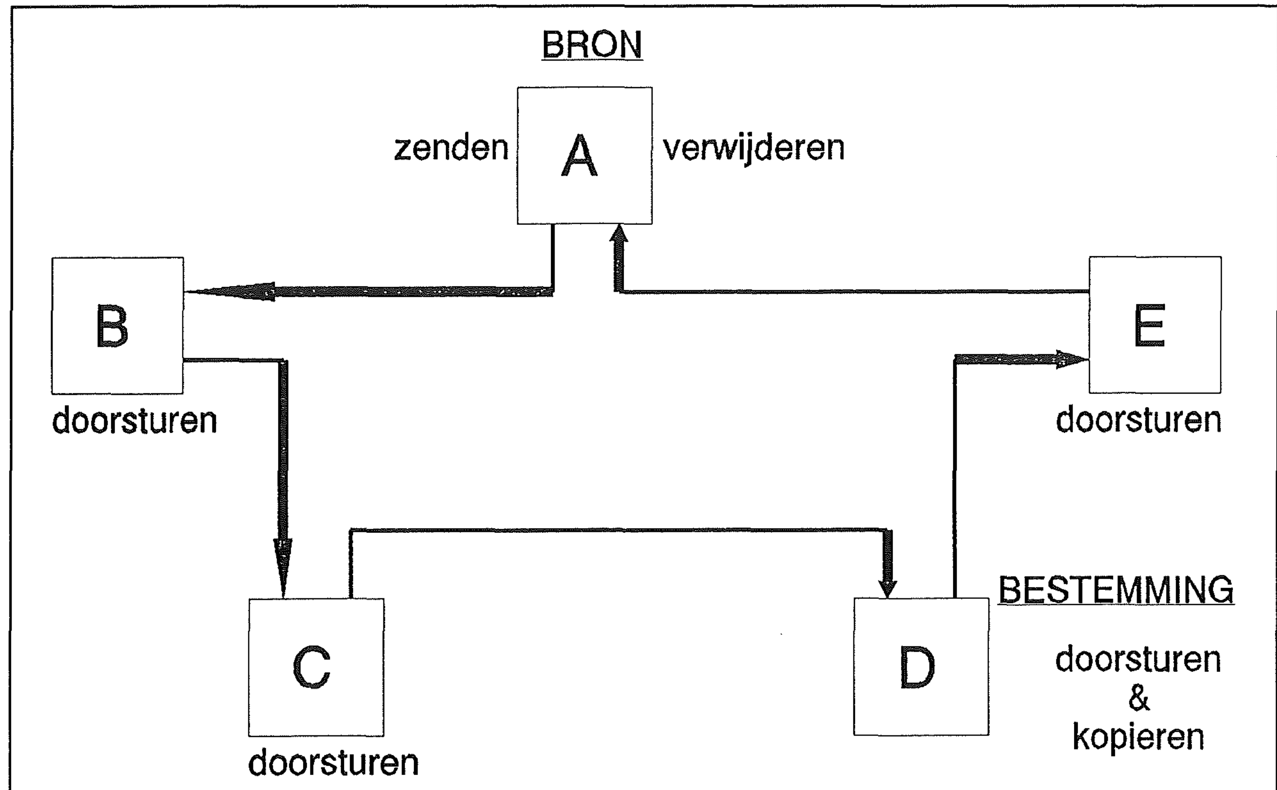
Topologieën of netwerkstructuren

Inleiding
Een topologie van een netwerk geeft de fysische en logische plaatsing van de stations ten opzichte van elkaar aan en de afhandeling van het berichtenverkeer tussen die stations.
Zoals al eerder vermeld, komen voor LAN's in principe alleen netwerken met een ring-, bus- of boomstructuur in aanmerking (hoewel er ook ster-netwerken op basis van gedraaide telefoonkabel mogelijk zijn).
Als een station op een LAN zendt, nemen alle andere stations die op het medium zijn aangesloten deze activiteit waar. Dit houdt in dat door het delen van het medium er op een bepaald moment maar één station kan zenden op één en hetzelfde kanaal, dit betekent dat er zogenaamde half-duplex transmissie plaatsvindt. Dit is één van de eigenschappen van een LAN!

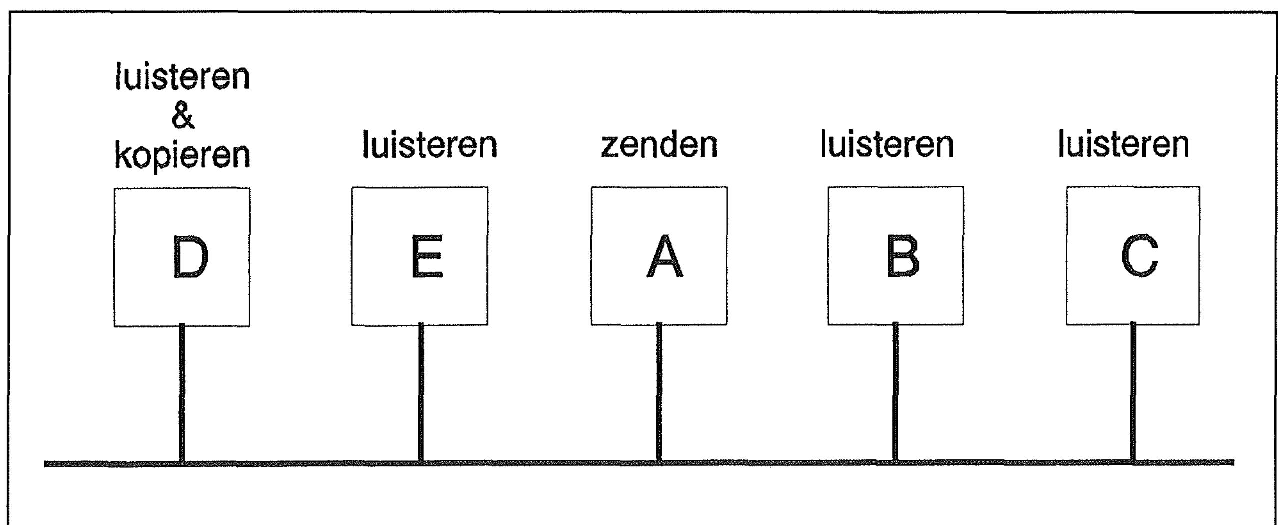
Ringstructuur
Bij een ringstructuur gaat het medium door alle stations heen in plaats van er langs (zie figuur 3/20.8-14), zoals bijvoorbeeld bij een busstructuur het geval is. Bij de ring-topologie zijn de stations zodanig langs het medium geplaatst dat een bericht door alle stations gaat voordat dit terugkeert naar het oorspronkelijke zendende station.
De stations vormen hierbij een gesloten cirkel waarbij de stations alle berichten die worden ontvangen met enige vertraging (ongeveer 2 bit) doorzenden naar het volgende station. Het station waarvoor het bericht bestemd is, zal het bericht daarbij ook nog in zijn werkgeheugen kopiëren.
Zodra het bericht weer is aangekomen bij het station dat het bericht heeft verstuurd, zal dit station het bericht weer van het medium verwijderen. Zou dit niet gebeuren dan zou het bericht eindeloos de ring rond worden gestuurd.

Busstructuur
Bij een busstructuur zijn alle stations aangesloten op het medium. Dit medium is een lijn met minimaal twee eindpunten (zie figuur 3/20.8-15). Alle stations luisteren voortdurend naar het medium en kopiëren de informatie van het medium wanneer de informatie voor het betreffende station bestemd is. De informatie hoeft niet door het zendende (bron)station van het medium te worden gehaald zoals bij LAN's met een ringstructuur, dit omdat de lijn eindig is.

20.8 Telecommunicatie en netwerken

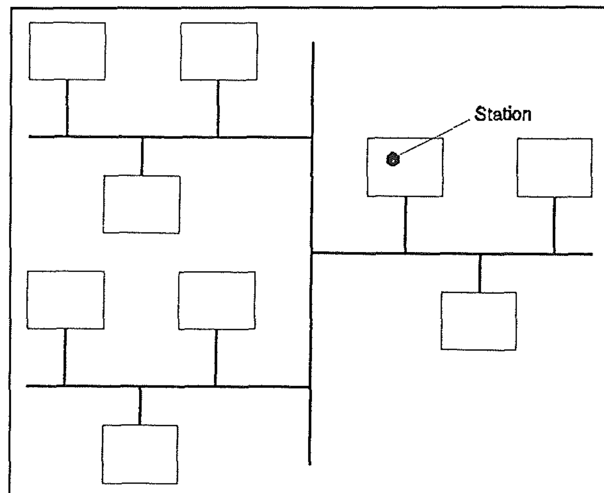


Figuur 3/20.8-14: De ringstructuur.



Figuur 3/20.8-15: De busstructuur.

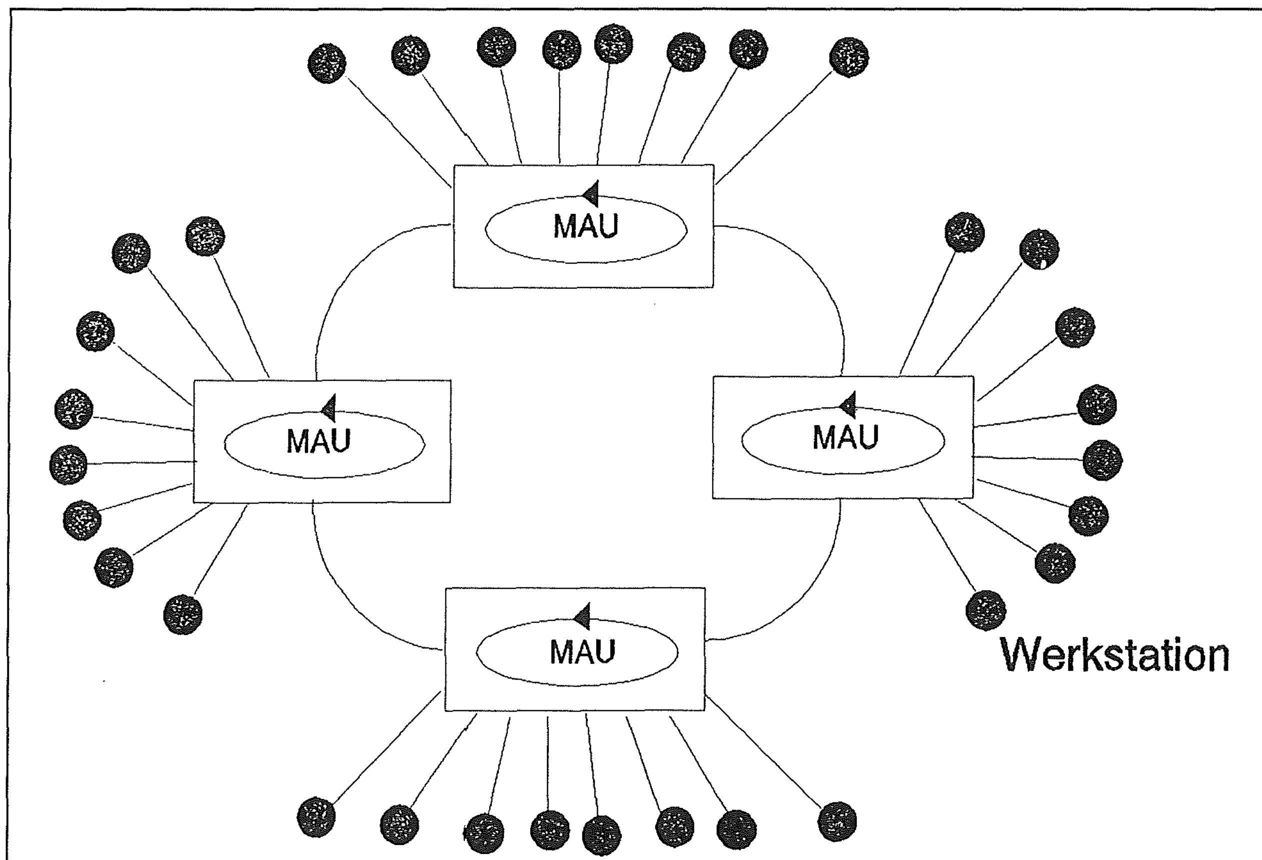
Boomstructuur
Een boom is een bus waarbij de kabel aan één of beide einden is afgetakt, zie figuur 3/20.8-16. Ook hierbij bestaat tussen elke twee stations altijd maar één transmissiepad. De bus- en/of boomstructuren worden toegepast in breedband-LAN's en ook bij vele basisband-LAN's.



Figuur 3/20.8-16: De boomstructuur.

Sterstructuur

De sterstructuur wordt tegenwoordig ook steeds meer in LAN's toegepast. De bekabeling is dan van het type twisted pair (UTP) en de netwerkstructuur vertoont sterke gelijkenis met het publieke telefoon netwerk. Om dit sternetwerk fysiek te kunnen opbouwen wordt er gebruik gemaakt van zogenaamde hub's (ETHERNET, Arcnet) of Multiple Access Units (MAU's in een TokenRing netwerk). De hub's of MAU's vormen in principe de verdeelkasten van het LAN, zie figuur 3/20.8-17. Intern zal een MAU of hub veelal de structuur van een ring of bus aannemen. Naast eenvoudige sternetwerken op basis van een hub kunnen ook de verschillende hub's in een sternetwerk aan elkaar worden gekoppeld. Bij toepassing van MAU's in een TokenRing netwerk kunnen de verschillende MAU's in een ring aan elkaar worden gekoppeld (zie figuur 3/20.8-17).



Figuur 3/20.8-17: Een sternetwerk met MAU's.

20.8 Telecommunicatie en netwerken

Toegangsmethoden

Inleiding

Wanneer één transmissiemedium door vele stations wordt opgedeeld, moet er een manier zijn waarop de transmissiecapaciteit aan de stations wordt toegekend. Deze manier is gevonden in de toegangsmethoden. Toegangsmethoden zijn protocollen die dienen om stations toegang te verschaffen tot het medium (transmissiecapaciteit toe te kennen) zodat berichten kunnen worden verzonden naar andere op het medium aangesloten stations.
De vier belangrijkste toegangsprotocollen zijn:
- Carrier Sense;
- Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD);
- Token passing-ring;
- Token passing-bus.

Er wordt bij LAN's onderscheid gemaakt tussen contentie- en non-contentie-netwerken. Bij contentie-netwerken kunnen meerdere stations tegelijkertijd proberen gebruik te maken van het medium met als gevolg dat er berichten op het medium met elkaar in botsing (collision) kunnen komen. Om deze problemen te kunnen voorkomen, is een aantal technieken ontwikkeld:
- Listen before talking (Carrier Sense)
  Het naar het medium luisteren of er geen ander station bezig is alvorens het station begint met verzenden van zijn bericht.
- Listen while talking (collision detection)
  Luisteren of er op hetzelfde moment niet twee stations tegelijkertijd toegang proberen te verkrijgen tot het medium.

De kombinatie van deze technieken wordt CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access/Collision Detection) genoemd. Dit protocol wordt alleen gebruikt in LAN's met een bus- of boomstructuur. Voorbeelden hiervan zijn ETHERNET en Wangnet. CSMA/CD is een toepassingsmethode waarbij stations elkaar het recht betwisten om te kunnen zenden.
Bij non-contentie-netwerken wordt gebruik gemaakt van een pollingstechniek. Hierbij mag een station alleen dan zenden als het daarom heeft gevraagd of als het daarvoor toestemming heeft gekregen. De methode die hiervoor wordt toegepast, is "token passing". Deze methode is zowel toepasbaar voor LAN's met een ringstructuur als LAN's met een busstructuur.
Token passing is een toegangsmethode waarbij het recht om te zenden tussen twee stations is geregeld door elkaar de "beurt" door te geven. De uitvoering van de toegangsprotocollon is een taak van de datalink layer (laag 2) van het OSI-model.

CSMA/CD

Deze toegangsmethode wordt alleen toegepast in LAN's met een bus- of boomstructuur. Bij deze methode luisteren alle aangesloten stations constant naar het medium. Wanneer een station iets waarneemt op het medium kopiëert het station alleen de berichten van het medium waarvan het bestemmingsadres overeenkomt met het adres van het station. Wanneer een station een bericht heeft te versturen, mag dit alleen wanneer er geen activiteit op het medium valt waar te nemen. Met andere woorden, een station mag alleen zenden wanneer het medium (kanaal) vrij is (carrier sense). Wanneer twee stations praktisch op hetzelfde moment beginnen te zenden, zal een botsing tussen de berichten op het medium plaats

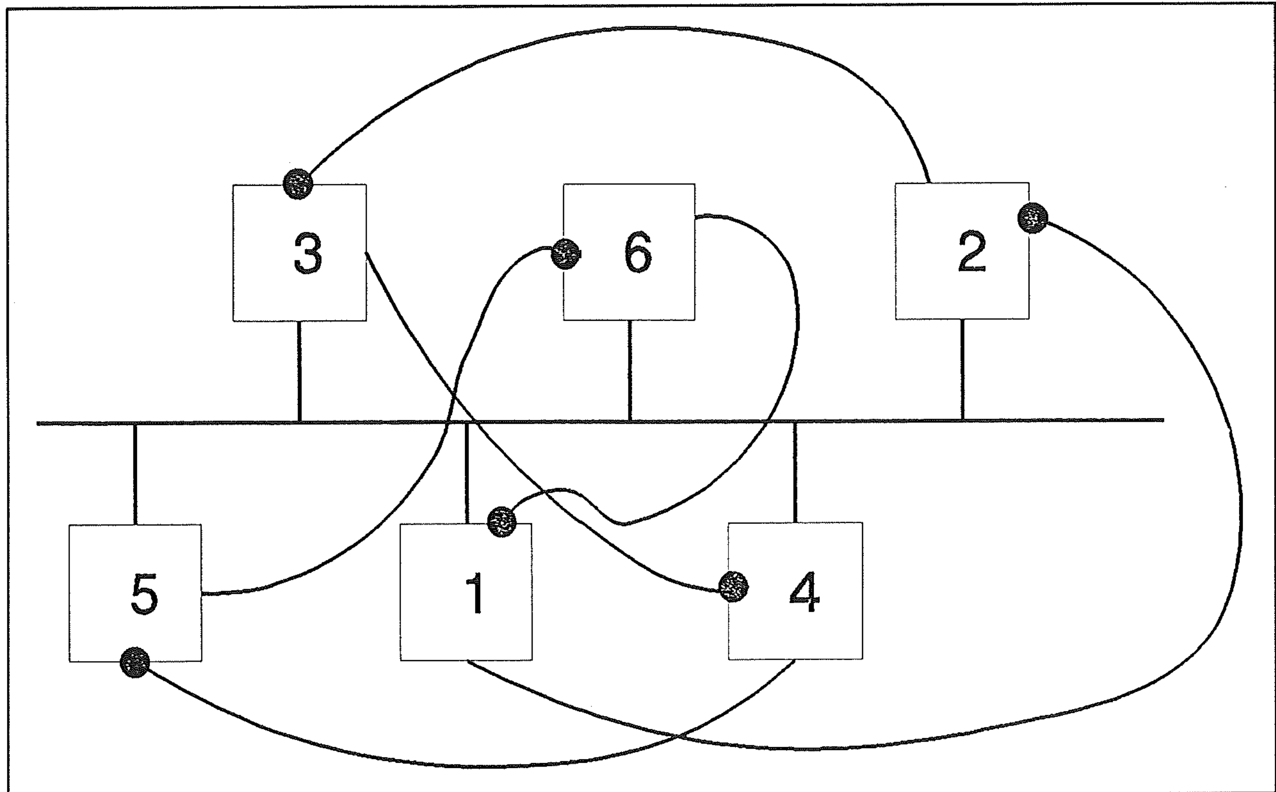
vinden. Het medium wordt namelijk door alle stations gedeeld. Het botsen van berichten op het medium wordt collision (botsing) genoemd. De berichten kunnen dan niet meer goed worden ontvangen omdat deze verminkt zijn.
Voor het detecteren van collision (collision detect) bestaan twee methoden:

- Het station dat een bericht verzendt ontvangt en vergelijkt het verzonden bericht bit voor bit. Op deze wijze kan een verstoring (collision) van het verzonden bericht worden waargenomen.
- Het station dat een bericht verzendt, meet tegelijkertijd het gemiddelde gelijkstroomniveau op het medium. Wanneer op een gegeven moment meerdere stations zenden, zal het gemiddelde gelijkstroomniveau afwijken van een normaalwaarde en hiermee zal een collision zijn gedetecteerd.

Wanneer door stations een collision wordt gedetecteerd, zullen deze onmiddellijk ophouden met zenden en na enige tijd opnieuw trachten het bericht te verzenden. Hierbij wordt door de stations een bepaalde vertragingstijd (back-off time) in acht genomen die niet voor alle stations gelijk is, zodat niet opnieuw een botsing wordt verkregen.
De methode voor het detecteren van een collision is afhankelijk van de toegepaste transmissietechniek. Voor basisband-LAN's kunnen beide methoden worden toegepast. Voor breedband LAN's kan alleen gebruik gemaakt worden van de eerste methode. Het gemiddelde gelijkstroomniveau is door de grote hoeveelheid kanalen niet bruikbaar.
Bus-gebaseerde LAN's zijn gewoonlijk geïmplementeerd met CSMA/CD. Xerox is hiermee begonnen in ETHERNET. CSMA/CD heeft het voordeel eenvoudig te zijn. Token passing kent minder beperkingen dan CSMA/CD, maar is complexer.

Token passing-ring
De token passing-techniek werd als eerste toegepast in netwerken met een ringstructuur. In zulke netwerken geeft elk station een token door naar het volgende station in de fysieke ring.
Bij de token-ring-toegangsmethode zijn de stations aangesloten op een ring. Het medium gaat hierbij door elk station heen. Een station dat het recht van zenden (het token) heeft, mag berichten naar elk station in de ring zenden. Het token is een unieke bitcombinatie dat in de ring circuleert als een trein van station naar station. Elk station kent hierbij zijn opvolger in de ring. De tijd dat een station mag zenden, is beperkt tot een vastgestelde tijd. Na het verstrijken van deze tijd moet het station het token doorgeven aan het volgende station.
De stations geven de berichten met enige vertraging (een à twee bit) door aan het volgende station. Dat wil zeggen dat het station dat het token heeft, de informatie op de ring plaatst, waarna de informatie van het ene station naar het volgende in de ring circuleert. De ontvangen informatie zal door elk station worden verwerkt, hetgeen inhoudt dat elk station het adres in het bericht zal vergelijken met zijn eigen adres.
Wanneer het adres niet gelijk is wordt gestopt met kopiëren en zal het bericht worden doorgegeven naar het volgende station.
Dit betekent dat alleen het station waarvoor het bericht bestemd is het bericht volledig zal kopiëren.
Uiteindelijk zal het bericht van het medium worden verwijderd door het station dat het bericht heeft verzonden.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-18: De opbouw van een logische ring.

Zodoende kunnen de volgende twee acties worden ondernomen bij een station na het ontvangen van het token:
- Direct doorsturen van het token naar zijn opvolger.
- Het versturen van een bericht naar een station en het doorgeven van het token aan zijn opvolger.

Token passing-bus

Bij de token passing-bus toegangsmethode geven de stations net zoals bij een token-ring elkaar het recht om te kunnen zenden door.

Hierbij wordt weer het recht van zenden gebruikt. In netwerken met een bus- of boomstructuur, waarbij alle stations tegelijkertijd de activiteit op het medium waarnemen, kunnen "logische ringen" worden gecreëerd (zie figuur 3/20.8-18). In de logische ring draagt het token het adres van het eerstvolgende station. Deze selectievolgorde behoeft echter niet te voldoen aan de eis dat de stations elkaar fysisch moeten opvolgen, zoals in de ringtopologie het geval is.

Het station met het token heeft het recht om te zenden. Wanneer het niets heeft te zenden, geeft het station het token door aan het volgende station in de logische ring. De toegang wordt dus niet bepaald door elkaar te betwisten.

Omdat de volgorde van stations niet meer volgt uit de netwerkstructuur, zoals bij een ring, wordt de volgorde vastgelegd door adressen.

Verder is het niet nodig dat het zendende station het bericht van het medium haalt, omdat het bericht vanzelf van het medium verdwijnt (het medium wordt tenslotte begrensd door twee of meer eindpunten). Bij de ringstructuur zou het bericht

blijven circuleren wanneer het niet van de lijn zou worden afgehaald.

Bij de token-bus is de gemiddelde afstand die moet worden overbrugd om het bestemmingsstation te bereiken nooit meer dan de halve lengte van de bus. De berichten in een token-ring moeten daarentegen gemiddeld de helft van het aantal stations passeren voordat het bestemmingstation wordt bereikt.
Maar wanneer het om hoge bitsnelheden (vanaf 10 Mbit/s en hoger) gaat zijn de token-ring en token-bus methoden beter dan CSMA/CD.

De elementen van een netwerk

Inleiding

Wanneer netwerken groter worden in spreidingsgebied of het aantal gebruikers dan is de eenvoudige combinatie van bekabeling en netwerk interfaces alléén niet meer voldoende om het netwerk in de lucht te houden. Om dan toch een adekwate netwerkstructuur te kunnen waarborgen is er een aantal oplossingen ontwikkeld. De volgende elementen zijn dan zeer belangrijk om het LAN goed te laten functioneren:

- de Repeater;
- de Bridge;
- de Router;
- de Brouter.

De Repeater

Een repeater is een stukje hardware dat twee of meer LAN-segmenten met elkaar verbindt. Deze segmenten moeten dan wel van dezelfde familie (allen CSMA/CD, allen token-ring of allen token-bus) zijn en er moet ook eenzelfde snelheid op de segmenten gebruikt worden.
Een repeater heeft de volgende functies:

- het versterken van de signalen;
- de re-timing van de bits;
- het eventueel moduleren en demoduleren van data;
- het doorzenden van ontvangen bits naar het (de) volgende segment(en).

In een repeater treedt, ondanks dat er geen opslagcapaciteit is, wat vertraging op (enkele bittijden). Een repeater wordt toegepast om de electrische beperkingen door de maximale kabellengte te overbruggen.

De Bridge

Bridges vervullen een drietal functies:

- Learning;
- Filtering;
- Forwarding.

Bridges werken met routing tables waarin alle adressen van alle netwerkstations vermeld staan. Deze tabel wordt automatisch aangepast (Learning). Wanneer er pakketten uitgewisseld worden tussen stations en zich op hetzelfde netwerksegment bevinden dan zorgt de bridge ervoor dat die pakketten niet naar andere delen van het netwerk verzonden worden (Filtering). Bridges versterken het signaal van elk pakket dat langs komt. Op zo'n manier wordt de totale afstand waarover het netwerk gebruikt wordt vergroot (Forwarding).
Bridges functioneren op de Media Access laag (MAC of layer 3) van het OSI-model. Daarom kunnen zij volledig transparant afzonderlijke netwerken verbinden tot één logisch netwerk. Dit kan zowel local als remote. De verschillende netwerken dienen hetzelfde high-level protocol te gebruiken. Bridges kunnen namelijk

geen pakketten converteren. Ook voor het koppelen van verschillende transmissiemedia en het creëren van verschillende segmenten kunnen bridges ingezet worden.

De Router

Een router is een knooppunt of node die twee of meer subnetweken van willekeurig type en/of snelheid met elkaar verbindt. Dit kunnen bijvoorbeeld de volgende typen netwerken zijn:
- LAN;
- multidrop;
- openbaar telefoon netwerk;
- openbaar datanetwerk.

Routers functioneren op een hogere laag van het OSI-model dan de bridges, de network-layer. Zij zijn "intelligenter" dan bridges en uitermate geschikt voor de meer complexe of grotere netwerken. Met behulp van routers is het mogelijk om één netwerk in meerdere logische netwerken te verdelen. Elk segment is autonoom en laat gedistribueerd beheer toe. Routers maken net als bridges gebruik van routing tabellen, alleen doen zij dat op een andere wijze. De routing tabel van een router bevat informatie over andere netwerken, de verschillende paden binnen het netwerk en de efficiëntie van deze paden. Voor het forwarden van data-pakketten vertrouwt de router op de andere routers in het netwerk. Zo wordt ook binnen zeer complexe netwerken de kortste verbinding tussen twee punten gezocht. Routers zijn protocol afhankelijk. Voor elk high-level protocol dient een aparte router aanwezig te zijn. Low-level protocollen zijn routable.

De Brouter

Een brouter is zoals het woord al aangeeft een mix van bridge en router. Bridges opereren volledig afhankelijk. In de brouters zijn de eigenschappen van beide systemen verenigd. Zo zorgt een TCP/IP-router voor het zoeken van de kortste weg voor TCP/IP-pakketten (de routing functie) en laat hij alle andere typen datapakketten transparant door (de bridging functie). Doordat de brouter softwarematig voor een bepaald protocol geconfigureerd wordt, is het de meest flexibele en kostenbewuste oplossing voor netwerken in beweging.

ZSL of Peer-to-Peer netwerken

Zero Slot LAN

Naast een volledig uitgerust netwerk zoals hierboven besproken, zijn er ook andere (goedkopere) oplossingen om een netwerk op te kunnen bouwen. De zogenaamde zero slot netwerken zijn daarbij geen nieuwe verschijning. Tot voor kort waren deze peer-to-peer oplossingen niet echt een optie om computers met elkaar te kunnen verbinden. Tegenwoordig zijn de sub-LAN's echter uitgerust met meer intelligentie en uitgebreide hulpmiddelen zodat ook deze LAN's de moeite waard zijn om ze eens wat nader te onderzoeken.

Van computer naar computer

Een ZSL wordt als dusdanig genoemd omdat in tegenstelling tot netwerken op basis van TokenRing of ETHERNET er geen expansion slots nodig zijn om de bekabeling op de computer te kunnen aansluiten.

De koppeling tussen de computers wordt gemaakt door de seriële of parallelle poorten van de PC's met elkaar te verbinden.

Bestandsverkeer, het delen van randapparatuur, centrale backup faciliteiten, printer spooling, E-mail en andere netwerkmogelijkheden zijn zo op eenvoudige en goedkope manier beschikbaar. Bij dergelijke peer-to-peer netwerken is het niet noodzakelijk om een computer uitsluitend als fileserver in te richten. Net als printers zijn ook de verschillende schijfgeheugens door de gebruikers van een ZSL gezamenlijk te benaderen.

Soorten ZSL's

Er zijn een aantal ZSL-vormen te onderscheiden:

- op basis van intelligente hardware en adapters;
- uitsluitend op basis van software;
- combinaties van hard- en software.

Vaak zijn ZSL's in een mum van tijd geïnstalleerd en variëren de configuraties van ster-, ring- en punt-naar-punt, tot bustopologieën.

Het aantal aansluitingen per netwerk kan verschillen van 2 tot ongeveer 30 knooppunten (waarna men deze werkclusters vaak nog aan elkaar kan koppelen). Een ZSL kost tussen *f* 50,00 en *f* 200,00 per node.

Voorbeelden van ZSL's met hun karakteristieke eigenschap zijn:

- LANLink 5X en 3X (Zero Slot LAN);
- NetCommander (sub-LAN);
- LANtastic (peer-to-peer LAN);
- ZeroNet, Brooklyn Bridge, FastLynx (file transfer/resource-sharing software);
- Novell Netware Lite (peer-to-peer LAN);
- EasyLAN (RS-232C netwerk).

Voordelen

Opmerkelijk is dat men een ZSL kan opzetten voor een fractie van de kosten die nodig zijn voor een volwassen netwerk oplossing.

Vaak is er in tegenstelling tot een LAN geen apart opgeleide netwerkbeheerder nodig om een ZSL te kunnen onderhouden.

Vooral in kleine bedrijven is een ZSL een overweging waard ten opzichte van een volwassen LAN.

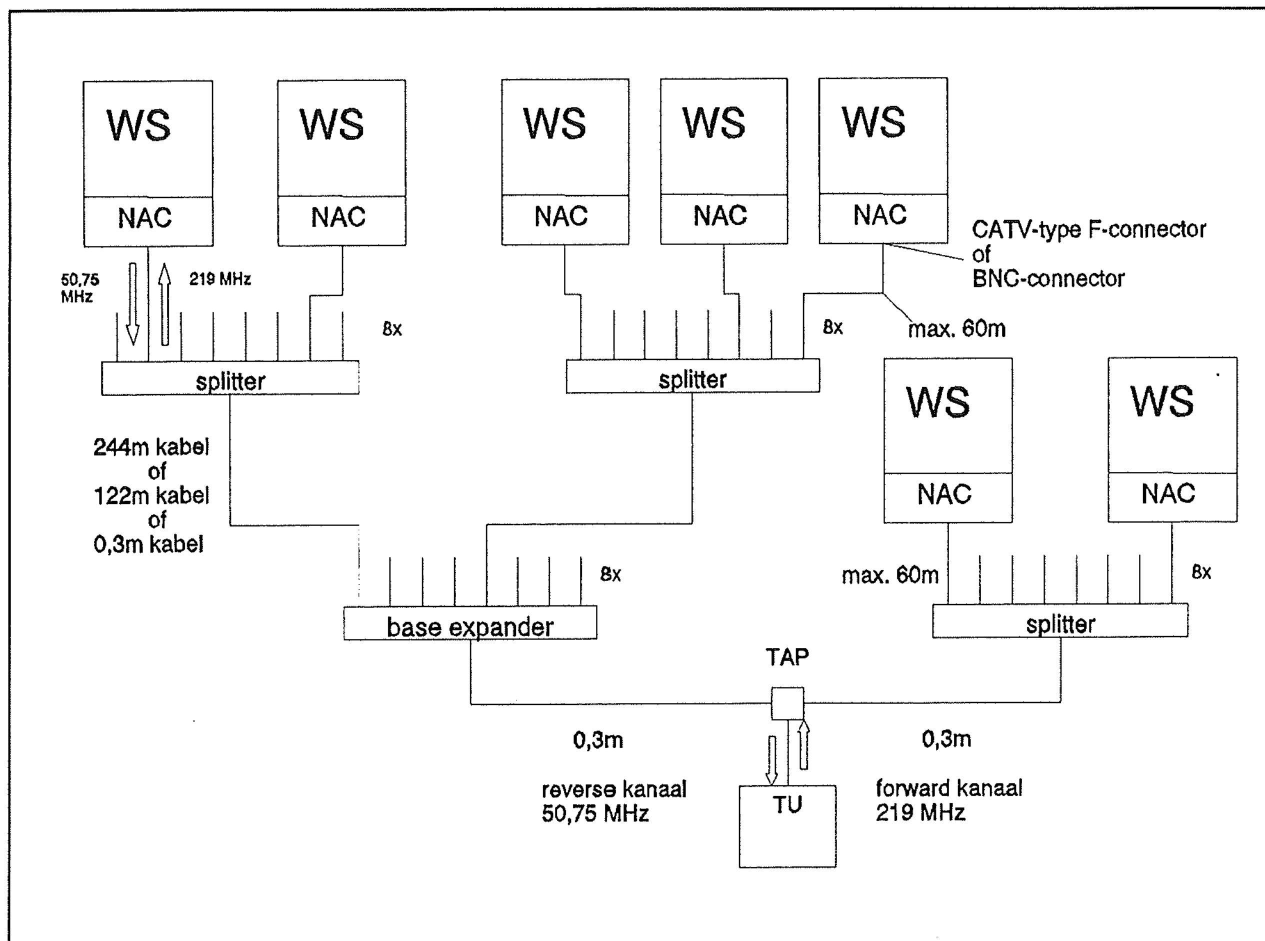
Net als bij de grote LAN's zijn ook de ontwikkelingen in de ZSL's niet stil blijven staan. Sommige ZSL's bevatten goede snelheids-eigenschappen en bijvoorbeeld mogelijkheden om automatische tapebackup's te maken van individuele werkstations.

Andere ZSL's bezitten uitstekende grafische mogelijkheden voor de aansturing van Postscript-printers en dergelijke. Er zijn inmiddels transportsnelheden van 115.000 bps over seriële verbindingen tot 500.000 bps met parallelle communicatie mogelijk.

De voor- en nadelen van een peer-to-peer netwerk kunnen als volgt kort worden samengevat:

- goedkoper per node;
- gemakkelijker te installeren en eenvoudiger te onderhouden;
- er worden geen expansion slots in de computer gebruikt;
- het is niet nodig om een computer als server te installeren;
- er zijn genoeg mogelijkheden voor low-level maar niet voor een high-level netwerk;
- eenvoudig te verplaatsen en te herconfigureren;
- zelfs bij gebruik van de parallelle poort is de snelheid relatief laag;
- moeilijk om verbindingen met andere minicomputers, LAN's en WAN's te maken.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-19: Een voorbeeld van een eenvoudig netwerk volgens het IBM PC-network concept.

Praktijkvoorbeelden van netwerken

Inleiding

Tot slot van dit hoofdstuk zullen in de volgende paragrafen enige prijktijkvoorbeelden van netwerken worden besproken.

IBM PC-netwerk

In 1984 introduceerde IBM zijn PC-netwerk dat niet was gebaseerd op tokenring, maar op CSMA/CD (IEEE-standaard 802.3)

Het is een breedband netwerk met een boomstructuur. Het medium bestaat uit coaxiaalkabel en de transmissiesnelheid over het medium bedraagt 2 Mbit/s. Omdat het een breedband netwerk is, wordt er met RF-modems gewerkt. De modulatiemethode die wordt toegepast, is Frequency Shift Keying (FSK). Alle stations die op het netwerk zijn aangesloten, moduleren hun te versturen informatie op een draaggolf van 50,75 MHz en demoduleren de ontvangen informatie naar een draaggolf waarvan de frequentie 219 MHz is (forward-kanaal). In een PC-netwerk is altijd een Translator Unit (TU) of Frequency Translator opgenomen.

20.8 Telecommunicatie en netwerken

Deze eenheid zet de 50,75 MHz frequentie van de draaggolf van het reverse-kanaal om in een frequentie van 219 MHz. De digitale informatie blijft bij deze aktie hetzelfde. Ook de bitsnelheid verandert niet. Deze is zowel op het reserve- als het forwardkanaal 2 Mb/s. De frequenties zijn gekozen uit de standaard-CATV frequentiebanden. Op het PC-netwerk is het ook mogelijk andere kanalen toe te voegen, zoals bijvoorbeeld kanalen ten behoeve van video, spraak en data.

In figuur 3/20.8-19 is een schema van een eenvoudig PC-netwerk afgebeeld. Het forward-kanaal dient voor transport van data vanaf de TU en het reverse-kanaal dient voor transport van data naar de TU. De taak van de TU is het versterken van de ontvangen signalen en het vervolgens weer transporteren van deze signalen via het forward-kanaal naar de werkstations.
Elke PC die is aangesloten op een PC-netwerk is uitgerust met een Network Adaptor Card (NAC). De NAC's vormen de "hersenen" van het PC-netwerk. De RF-modulator bevindt zich eveneens op de NAC.
De software die nodig is voor een PC-netwerk is van IBM (NETBIOS, PC-DOS) en Microsoft Corporation (MS-DOS). De NETBIOS-routines zijn uitgevoerd in een programmable read-only memory (PROM); deze bevindt zich op de NAC.

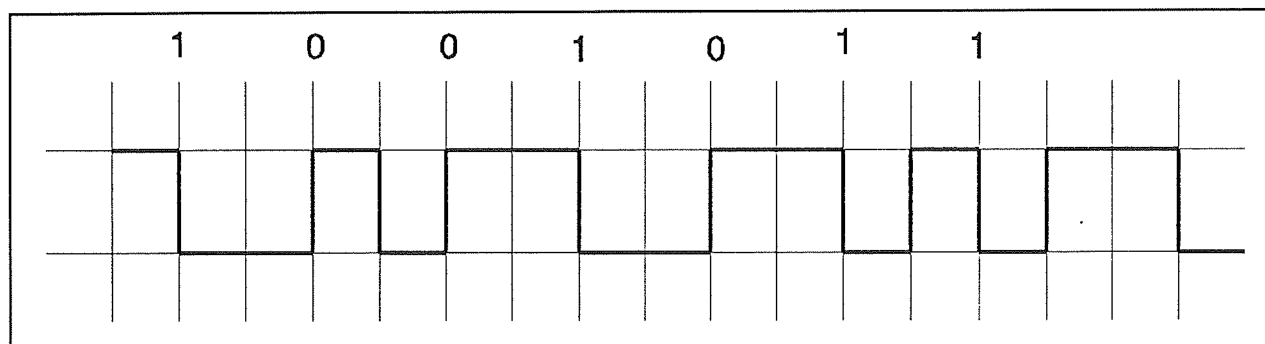
ETHERNET
De bedrijven Xerox, Intel en DEC zijn de grondleggers van ETHERNET. Zij hebben dit vastgelegd in een standaard. ETHERNET is een LAN waarbij de basisband transmissie techniek (één kanaal) wordt toegepast. Voor de netwerktopologie is voor de busstructuur gekozen. Het medium dat wordt toegepast in ETHERNET is een speciale 50 Ω CATV-kabel (Community Antenna Televisions Systems). Deze kabel werd verkozen boven de standaard 75 Ω CATV-kabel.
Omdat ETHERNET een basisband netwerk is, hoeven de signalen niet te worden gemoduleerd. Het komt echter voor dat er toch modulatie wordt toegepast. De modulatiemethode die in zo'n geval wordt toegepast, is Frequency Shift Keying (FSK). De snelheid op het medium is 10 Mbit/s en als datacoderingen op het medium is de Manchester-code gekozen. Bij de Manchester-code is elk bit opgedeeld in twee helften, waarbij de tweede helft de inverse polariteit van de eerste helft heeft. Een "L" wordt weergegeven als een lage polariteit in de eerste helft en een hoge polariteit in de tweede helft. Een "H" wordt weergegeven als een hoge polariteit tijdens de eerste helft en een lage polariteit tijdens de tweede helft. De toegangsmethode voor ETHERNET is CSMA/CD.
In figuur 3/20.8-20 is als voorbeeld de bitvolgorde "H-L-L-H-L-H-H" volgens dit principe gemoduleerd.

De standaard beschrijft de fysische eigenschappen van het medium, zoals de spanningsniveaus en de methode van datacodering (Manchester-code). Bovendien specificeert de standaard hoe de bits worden verzonden en ontvangen, hoe de draaggolf wordt waargenomen en hoe collisions worden gedetecteerd.

ETHERNET splits de Physical (laag 1) op in twee sublagen, namelijk:
- Data encoding sublayer;
- Channel access sublayer.

De datalink layer (laag 2) wordt opgesplitst in twee sublayers, namelijk:
- Data encapsulation sublayer;
- Link management sublayer.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-20: Een voorbeeld van de modulatie die bij ETHERNET wordt toegepast.

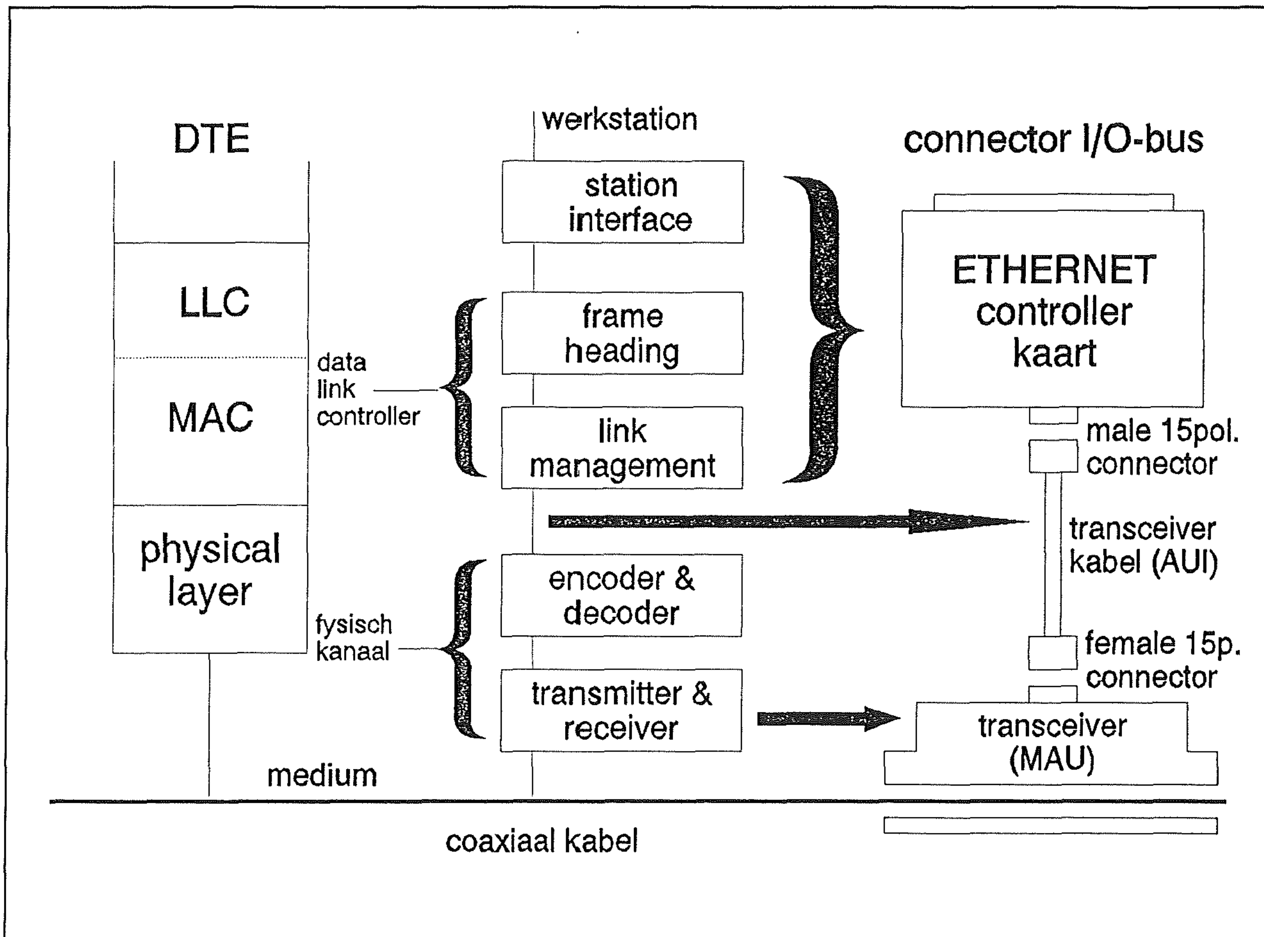
De data encapsulation houdt zich bezig met de formattering, adressering en foutdetectie (geen foutherstelling) en de link management sublayer houdt zich bezig met het toekennen van het medium (kanaal) en het afhandelen van collisies.

Xerox heeft standaard protocollen ontwikkeld voor de Network layer (laag 3) en de Transport layer (laag 4).
Het Network layer Internet Datagram Protocol voorziet in internetwerk-adressering en het Transport layer Sequenced Packet Protocol voorziet in een betrouwbare transmissie van informatie en de ontvangst van deze informatie in de juiste volgorde.
De protocollen staan bekend onder de naam Xerox Network Protocol (XNS). Het XNS-protocol wordt toegepast voor de lagen 3 tot en met 7. Voor de lagen 4 tot en met 7 bestaan ook nog andere protocollen, zoals het Internet Transport Control Protocol (ICP/IP).
Dit betekent dat het ene ETHERNET niet compatibel hoeft te zijn met het andere. ETHERNET wordt ook wel aangeduid met 10BASE5 of 10BASE10. Deze uitdrukkingen geven aan dat het netwerk een basisband netwerk is met een transmissiesnelheid van 10 Mbit/s en respectievelijk een maximale segmentlengte van 500 m en 1.000 m.

Om de functie van de onderste twee lagen te kunnen uitvoeren, is de hardware nodig die in figuur 3/20.8-21 is voorgesteld:
- Medium (coaxiaalkabel);
- Transceiver;
- Data-encoder/decoder;
- Carrier- (draaggolf) en collision- (botsing) detector.

In dit praktijkvoorbeeld is, op de ETHERNET controller die in het netwerkstation is geïnstalleerd, geen transceiver uitgevoerd. De transceiver is gemonteerd op de kabel en is door middel van een interfacekabel (transceiver-kabel) aangesloten op de ETHERNET-controller. Deze oplossing heeft een aantal voordelen, te weten:
- het werkstation behoeft niet vlak bij de kabel te worden opgesteld;
- de kabel (bus) kan recht door een gebouw (kabelgoot) worden gelegd;
- er kan een veel groter bereik worden gehaald;
- de transceiver hoeft niet van hetzelfde fabrikaat te zijn als de ETHERNET-controllerkaart.

Token Ring
Token Ring is in oorsprong door IBM ontwikkeld en wordt vaak gebruikt in de minisystemen van IBM om onder andere terminals te kunnen koppelen aan een hoofdsysteem.



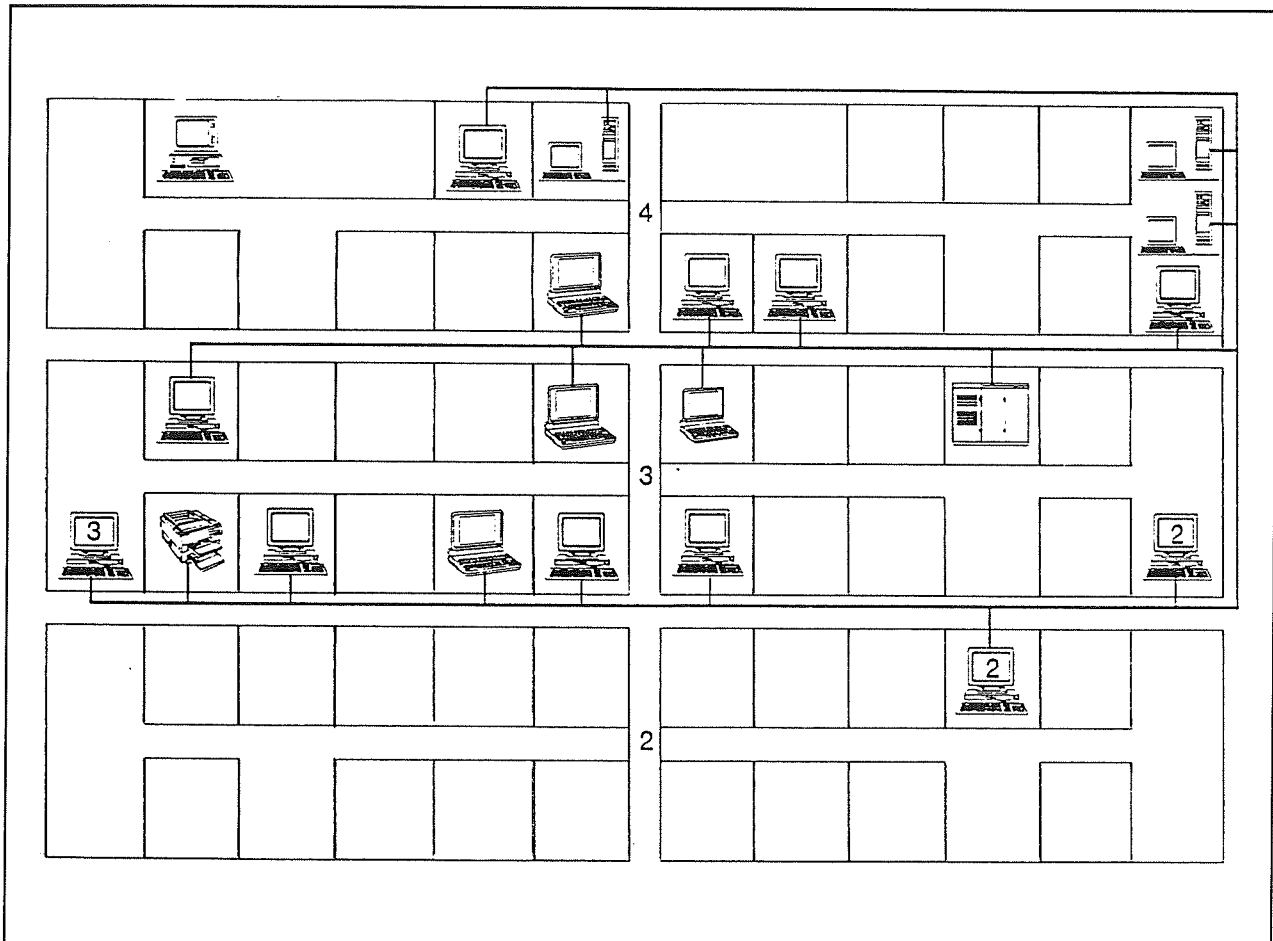
Figuur 3/20.8-21: Een voorbeeld van een eenvoudig ETHERNET systeem.

Voorbeelden zijn de Systeem 36 en tegenwoordig de AS/400 minisystemen. De bekabeling voor deze token ring oplossingen word IBM Cabling System genoemd. Een IBM Cabling System bestaat uit de volgende componenten:

- Data kabels
  Er zijn verschillende soorten data kabels variërend van laag geprijsde standaard tot koperen getwiste paren van hoge kwaliteit, maar ook voor gebruik binnenshuis of buitenshuis. Voor hoge snelheden zijn kabels beschikbaar met twee coaxiaalkernen.
- Data connectoren
  Aan ieder einde van een data kabel moet een dataconnector zijn gemonteerd om de data geleiders met andere componenten te kunnen verbinden.
- Distributie paneel of patchpanel
  Patchpanels worden gebruikt om de binnenkomende datakabels met een access unit te verbinden.
- Acces unit
  In deze unit vindt het eigenlijk tokenpassing plaats. Op de unit worden via het patchpanel de datakabels en dus de terminals aangesloten.

In figuur 3/20.8-22 is een eenvoudig voorbeeld van een Token Ring netwerk getekend.

20.8 Telecommunicatie en netwerken



Figuur 3/20.8-22: Een voorbeeld van de Token Ring structuur in een kantoorgebouw met drie étages.

20.8 Telecommunicatie en netwerken

3/20.9

Internet en de elektronicus

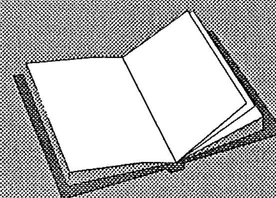
Inleiding

Een hype of werkelijk nuttig?
Vrijwel dagelijks wordt tegenwoordig iedereen geconfronteerd met het fenomeen Internet. Voor en na het journaal wordt de TV-kijker tijdens de reclameblokken medegedeeld dat de STER zich op het Internet bevindt, dagbladen begeven zich plotseling op Internet en bij de boekhandel treft men meters boeken over dit onderwerp aan. Kortom, Internet is een echte hype en blijkbaar voor iedereen een onschatbare informatiebron. De regionale kabelexploitanten zijn van plan Internet via de kabel in de huiskamer te brengen, nieuwe Internet-aanbieders schieten als paddestoelen uit de grond en het bedrijfsleven is aan het onderzoeken hoe het Internet als sales-, informatie- en marketinginstrument gebruikt kan worden.
Internet of "het Net" is een voor iedereen toegankelijke, wereldwijde, verzameling van computernetwerken waarop diensten, informatie en programmatuur worden aangeboden. Al deze computers zijn met elkaar verbonden via kabels of satellieten en zijn voor iedereen met een computer, modem, specifieke software en aansluiting op het Internet bereikbaar. Veel diensten op het Internet zijn gratis, voor sommige moet echter betaald worden.

Doordat het Internet door geen enkele organisatie beheerd of gecontroleerd wordt, is de omvang van het Internet niet of nauwelijks te meten.
Volgens sommige berichten kent het Internet 40 miljoen gebruikers waarbij er elke maand gemiddeld 1 miljoen bijkomen. In Nederland maken op dit moment ongeveer 600.000 mensen gebruik van Internet faciliteiten. Met name de universiteiten en onderzoekscentra beschikken over veel aansluitingen. De particuliere groep Internetgebruikers (thuisgebruikers) in Nederland wordt geschat op een omvang van ongeveer 150.000. De verwachting is dat deze groep zeer snel zal groeien.

Het ontstaan van Internet
In 1969 startte het Amerikaanse ministerie van Defensie een experimenteel netwerk, genaamd ARPANET (ARPA staat voor "Advanced Research Projects

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/8.9.6
Hoofdstuk 3/20.7



Agency"), bedoeld om wetenschappelijke onderzoekers in staat te stellen gemakkelijk met elkaar te communiceren. Aanvankelijk bestond dit netwerk uit vier computers.
In 1972 hadden al 50 universiteiten en militaire instituten toegang. Een belangrijke eis aan dit netwerk is steeds betrouwbaarheid geweest. Als er een computer zou uitvallen (bijvoorbeeld door een vijandelijke aanval) moest het netwerk zonder problemen blijven functioneren. In de jaren tachtig werden diverse andere netwerken met dit netwerk en met elkaar verbonden, zodat een inter-netwerk ontstond, het Internet. De manier waarop alle computers met elkaar communiceren (het communicatie-protocol) werd bekend als het TCP/IP, het "Transmission Control Protocol/Internet Protocol". Dit wordt vanaf 1983 standaard op het gehele Internet gebruikt.

De Internet-organisatie
Hoewel men wel eens beweert dat Internet het meest ongeorganiseerde systeem ter wereld is, klopt dat in de praktijk absoluut niet.
Een ingewikkeld systeem als Internet kan natuurlijk alleen maar blijven werken als er bepaalde strikte regels, afspraken en protocollen worden opgesteld, waar iedereen zich aan houdt. Verantwoordelijk voor deze standaardisering is de Internet-society ISOC. Deze organisatie werd in 1992 opgericht en heeft onder meer tot taak:
- het standaardiseren van de toegepaste protocollen;
- het verder ontwikkelen van de technologie;
- het toekennen van unieke namen aan alle computers, die op het Internet zijn aangesloten.

Internet en de elektronicus
Het Internet is zonder meer een interessante, leerzame, vermakelijke en af en toe afstotende bron van informatie. "Vrijheid van informatie" is immers de belangrijkste kreet van alle Internetters en het gevolg is dat er wel eens voor sommige mensen zeer aanstootgevende informatie beschikbaar komt.
De vraag die in dit kader echter gesteld moet worden is in hoeverre de informatie die op het Net beschikbaar is, nu ook voor de elektronicus van belang is. Of met andere woorden: als een elektronicus bijvoorbeeld informatie wil over een of ander IC, dat in geen enkele schriftelijke documentatie terug te vinden is, zou men dan via Internet aan informatie over dit IC kunnen komen? En zo ja, is deze informatie gelijkwaardig aan de gebruikelijke schriftelijke informatie die via databoeken en -sheets tot de elektronicus komt?

Voorbeelden
Aan de hand van een paar voorbeelden wordt in dit hoofdstuk aangetoond dat het Internet een zeer waardevolle bron van informatie voor iedere elektronicus kan zijn. Het zoeken van de informatie gaat, als men weet hoe, razend snel. Het verwerken van de elektronische informatie naar schriftelijk materiaal (want dat heeft men uiteindelijk toch nodig) gaat, als men over de geschikte software beschikt, ook zeer snel en eenvoudig.

Internet fundamenten

Nieuw verschijnsel
Internet is een nieuw verschijnsel en zoals ieder nieuw verschijnsel brengt ook het

20.9 Internet en de elektronicus

Internet zijn eigen specifieke technieken, begrippen en kretologie met zich mee. In dit paragraafje zullen de voornaamste begrippen, die rond het Internet ontstaan zijn, worden toegelicht.

Wat is er nodig?

Om toegang te krijgen tot het Internet heeft men nodig:

- een personal computer met een modern grafisch georiënteerd besturingssysteem, zoals MacOS/7, Unix of Windows;
- een modem voor het omzetten van analoge telefoonsignalen naar digitale computersignalen en vice versa;
- een telefoonaansluiting;
- Internet-software (electronic mail software, browser alsmede een aantal hulpprogramma's);
- een Internet-provider;
- een behoorlijke kennis van de Engelse taal, want die taal is de voertaal van zo goed als het gehele Internet!

De systeemeisen zijn niet overdreven zwaar. Een personal computer met een 486-processor en 4 MB intern geheugen (liever 8 MB) voldoet reeds. Om optimaal gebruik te maken van alle mogelijkheden die het Internet biedt, wordt er tevens een geluidskaart en een programma waarmee men animaties en filmbeelden kan afspelen aangeraden.

De modem moet beschikken over een minimale baudrate van 14.400 (V.32bis-norm). Sinds de komst van het World Wide Web wordt immers alle informatie op grafische wijze aangeboden, waardoor een modem met een snelheid van 28.800 (V.34-norm) wordt aangeraden. Wordt er op professionele wijze gebruik gemaakt van het Internet, dan is toegang door middel van een ISDN-verbinding of huurlijn aan te bevelen. De kosten die deze verbindingen met zich meebrengen zijn op dit moment voor particulieren echter nauwelijks betaalbaar.

Providers

Nederland en België kennen inmiddels tientallen ondernemingen die voorzien in het aanbieden van Internet-toegang, zogenoemde Internet-providers. De onderlinge tarieven van de providers verschillen echter aanzienlijk. Veel providers bieden voor een vast bedrag per maand een vastgesteld aantal uren Internet-toegang aan. Voor elk extra uur wordt dan een toeslag berekend. Andere bieden een onbeperkte Internet-toegang aan voor een vaak hoger bedrag. Zo biedt PublishNet Nederland uit Brielle onbeperkte Internet-toegang voor *f* 37,50 per maand. Vanzelfsprekend komen daar altijd de telefoonkosten nog bij.

Men moet proberen een provider te vinden die een inbelpunt aanbiedt binnen het eigen telefoon basisgebied. Als men lokaal belt, betaalt men tijdens de kantooruren *f* 3,60 per uur en tijdens de daluren (tussen 18:00 uur en 08:00 uur en de weekeinden) *f* 1,80 per uur. Interlokaal, dus buiten het basisgebied, liggen de tarieven aanzienlijk hoger: *f* 11,60 per uur tijdens kantooruren en *f* 5,80 tijdens de daluren. Tevens is het van belang dat de Internet-provider over een goede infrastructuur beschikt om alle Internet-toegangen te verwerken. Met andere woorden: de netwerk-computer(s) van de provider en zijn telecommunicatieverbindingen met de rest van de wereld moeten in staat zijn om, ook bij grote drukte en spitsuren, al het elektronische verkeer te verwerken. Niets is meer irritant dan de in gesprek toon bij de provider en meldingen die aangeven dat een verbinding niet tot stand kan komen, mo-

gelijk door grote drukte (cannot connect to host, connection refused by host, etc.). Opgemerkt moet worden dat het unieke van Internet is dat men voor de genoemde bedragen over de gehele wereld kan surfen. Of men nu gegevens ophaalt uit een computer die in Amsterdam staat of eentje die zich ergens in Amerika bevindt, dat maakt niets uit!

CompuServe

Een van de providers is CompuServe. CompuServe is een reeds lang bestaand internationaal netwerk, waar voornamelijk grote bedrijven en instellingen gebruik van maken. CompuServe heeft wereldwijd zo'n 2.000 aangesloten computers en miljoenen abonnees op dit eigen netwerk. Natuurlijk heeft dit Amerikaanse bedrijf ingezien dat Internet zeer populair werd en biedt nu alle mogelijkheden om met Internet te communiceren.

Wie dus CompuServe als provider kiest, vangt twee vliegen in één klap. Men krijgt toegang tot alle Internet-diensten, maar daarnaast heeft men ook toegang tot de data-banken die op het eigen netwerk van CompuServe zijn aangesloten.

Men kan zich op verschillende manieren abonneren op CompuServe. Soms is bij een tijdschrift, een software-pakket of een nieuw modem een diskette gevoegd waarmee men de CompuServe-software kan installeren.

Een van de eerste zaken die dan gebeurt is dat deze software automatisch de Nederlandse vestiging van CompuServe opbelt en men zich als abonnee kan aanmelden. Dikwijls krijgt men dan een aantal uren gratis toegang. Sinds kort is in Nederland een afdeling van de klantenservice gevestigd. Daar kan men alle informatie krijgen om abonnee te worden. Het gratis telefoonnummer is 06-0224968. Het eveneens gratis nummer voor telefonische support is 06-0225991.

De kosten van CompuServe worden aangegeven in dollars. Het abonnement is er in verschillende soorten. Het "standaard" abonnement kost $ 9.95 per maand. Hiervoor heeft men 5 uur toegang tot het eigen netwerk, inclusief forums, E-mail en Internet-toegang. Extra uren kosten $ 2.95 per uur. Het "Super Value Plan" kost $ 24.95, men heeft dan 20 uur toegang per maand terwijl extra uren $ 1.95 kosten.

Het zenden en ontvangen van E-mail kost niets extra. Voor het door CompuServe laten sturen van brieven (met de echte post), faxen, telex-berichten en dergelijke wordt wel een toeslag berekend.

Sommige eigen diensten van CompuServe kosten extra geld, zoals de toegang tot bepaalde databanken. Deze toeslag komt bij "doorsnee" gebruik echter nauwelijks voor.

Sommige andere diensten van CompuServe zijn echter geheel en al gratis, zoals Customer Service, CompuServe Software (WINCIM en dergelijke) en praatgroepen als het "Missing Childrens Forum".

Bovenop het abonnement betaalt men altijd de normale telefoonkosten, afhankelijk van of men lokaal of interlokaal belt. Momenteel zijn er een tiental inbelpunten van CompuServe, verspreid over Nederland. Iedereen die in een grote stad woont zal tegen lokaal tarief kunnen inbellen.

Account

Iedereen die zich aanmeldt bij een Internet-provider wordt een account, hetgeen niets meer of minder wil zeggen dat men klant is.

In ruil daarvoor krijgt men van de provider alle noodzakelijke software en alle

nodige gegevens om de eigen computer op een gemakkelijke manier met de computer van de provider te verbinden en toegang tot het Internet te krijgen. De computer van de provider wordt de server genoemd.

Protocollen
In principe wordt er bij het toekennen van een Internet-account een onderscheid gemaakt tussen twee soorten protocollen:
- SLIP (Serial Line Internet Protocol);
- PPP (Point to Point Protocol).

Een van deze twee protocollen is noodzakelijk om contact te maken met de server van de provider en om daar in te kunnen loggen. Ook de software die men hiervoor nodig heeft, krijgt men aangeleverd als men een Internet-account heeft aangevraagd.
In beide gevallen wordt er beslag gelegd op een stukje computerruimte bij de provider. Internet herkent hierdoor het inbellende systeem als een wezenlijk onderdeel van het wereldwijde netwerk. Deze werkwijze is platform-onafhankelijk, het maakt dus niet uit of men onder Windows draait of met een Macintosh werkt.

TCP/IP, SLIP of PPP configureren
Bij een SLIP- of een PPP-account moet men een aantal instellingen opgeven. Het eerste dat wordt gedefinieerd, zijn de instellingen van de aangesloten modem. Voer de baudrate in en, indien gewenst, de handshake van de modem. Geef altijd de hoogst mogelijk baudrate op. Met andere woorden als het modem 28.800 ondersteunt, voer dan geen lagere baudrate in.
Men verliest in een dergelijk geval alleen maar performance, hetgeen bij het downloaden van software weer een langere laadtijd inhoudt. Het resultaat hiervan is slechts een hogere telefoonrekening. Met behulp van de handshake-signalen CTS en RTS kan men de snelheid van de modem nog iets opvoeren. Voer vervolgens de juiste initialisatiestring van de modem in. Men vindt deze terug in de documentatie van de modem. Als laatste moet men het juiste aantal stopbits, databits en de pariteit van de modem opgeven. Kies, tenzij anders is vermeld, 8 databits, 1 stopbit en geen pariteit. De volgende stap is het telefoonnummer invoeren van het inbelpunt, de hostname, de username en het wachtwoord. Deze gegevens krijgt men allemaal van de provider. De hostname is hierbij de naam van de server die bij de provider staat opgesteld. In sommige gevallen is deze informatie bij het installeren van de software reeds ingevuld. Ook TCP/IP moet men configureren. Men geeft hier op met wie de connectie wordt gemaakt door de naam van het domain en het IP-address in te vullen (zie later). Maakt men gebruik van een normale telefoonverbinding met modem, dan geeft men dit met behulp van TCP/IP aan door in het programma voor "Server" te kiezen. Heeft men daarentegen een continue open verbinding met de host, dan kiest men met TCP/IP voor "Dynamically". Weinig particulieren zullen echter de beschikking hebben over een continue open verbinding. Onder domain wordt een fysiek aanwezige hostcomputer(s) bedoeld waarop men inlogt en waarop de administratie zoals ID-herkenning, etc. wordt bijgehouden. In sommige gevallen wordt deze aangeduid met een logische naam, in andere gevallen is het een tiencijferig nummer. Het IP-address is een instelling aan de kant van de provider waarop men binnenkomt. Men moet het IP-address ook aan de eigen kant invoeren.

Domain Name

Het IP-adres van de provider, afkorting van "Internet Protocol"-adres, is een uniek nummer, meestal opgebouwd uit vier getallen, gescheiden door punten. Dit adres duidt een bepaalde computer in het Internet-netwerk aan.

Men ontdekte echter na enige tijd dat de IP-adressen voor de gebruikers lastig te onthouden waren. Dus ging men er toe over elk IP-address een naam te geven, de zogenoemde "Domain Name". Zo kreeg bijvoorbeeld het IP-address 149.174.213.9 de naam "www.compuserve.com". De server-computer bij de provider zorgt voor de vertaling van de Domain Name in het IP-address, zodat de gebruiker de domain namen kan gebruiken en de ingewikkelde cijfercode kan vergeten.

URL

Via de Domain Name kan men toegang krijgen tot een Internet-computer. Maar hoe weet deze computer welke gegevens met wil bekijken? Alle gegevens, die op het Internet ter beschikking staan, zijn ingedeeld in zogenoemde pagina's. Overzichtelijke brokjes informatie, die meestal op het scherm van de monitor passen, zodat men niet hoeft te scrollen. Iedere pagina heeft een naam. Daarvoor heeft men het begrip "URL" ingevoerd. Deze URL (afkorting van "Uniform Resource Locator") is de volledige aanduiding van een Internet-directory, subdirectory of -document. De URL begint met een aanduiding van de soort Internet service die wordt aangeroepen of van het gebruikte protocol. Dit kan bijvoorbeeld zijn "http://" (het "Hypertext Transfer Protocol", zie verder). Dan volgt de domain name, bijvoorbeeld "www.compuserve.com". Daarna (eventueel) nog een directory aanduiding, bijvoorbeeld "inside". Dan eventueel nog een bepaald document, bijvoorbeeld "inside.html". De volledige URL van de betreffende pagina is dan **"http://www.compuserve.com/inside/inside.html"**.

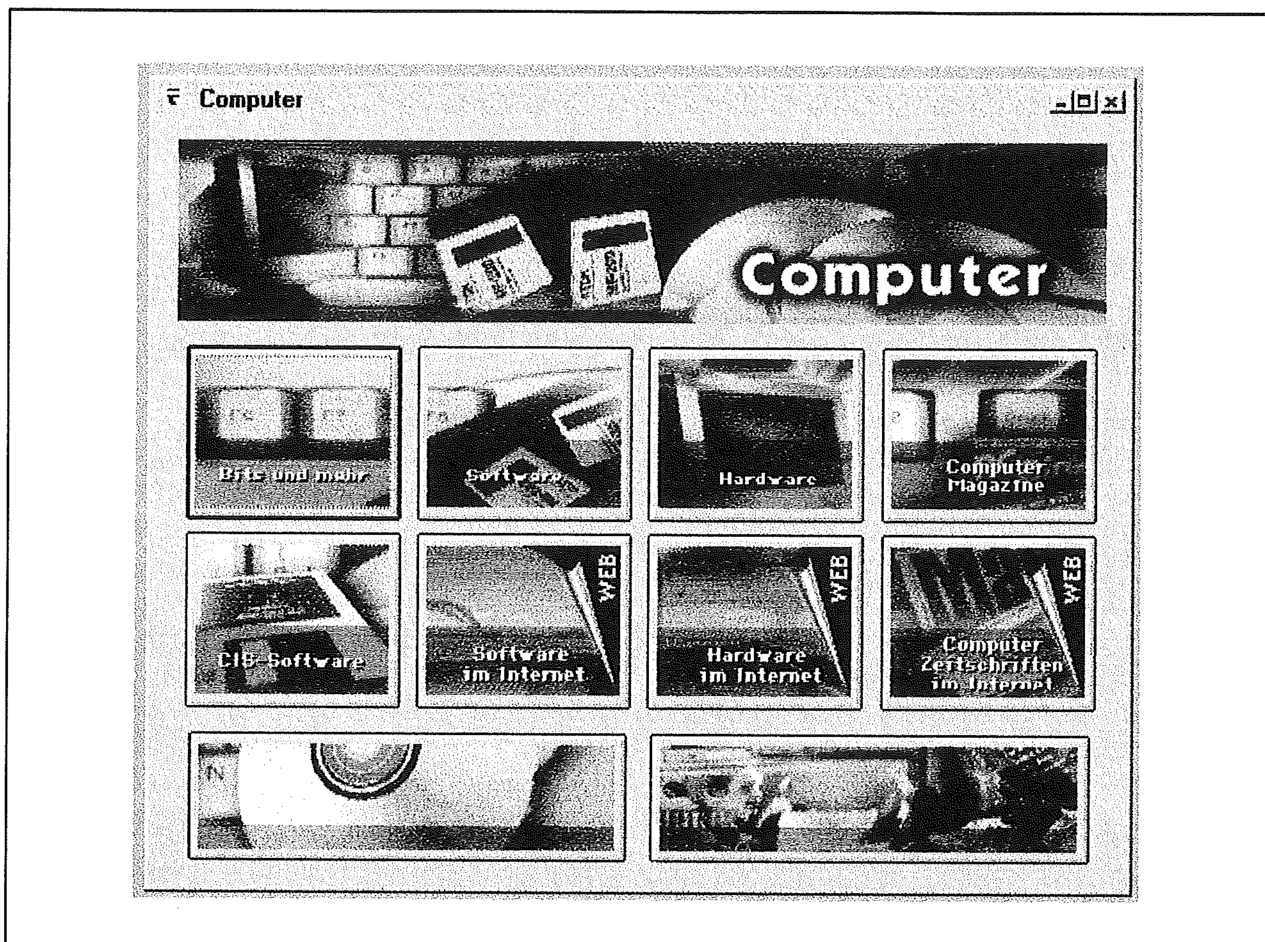
Soms wordt de URL-naam ook nog landelijk gecodeerd. Veel Duitse URL's hebben ergens de afkorting "de" in de naam. Japanse informatieaanbieders zijn te herkennen aan de afkorting "jp" in de URL.

World Wide Web

Het World Wide Web, afgekort tot WWW, is zonder meer het meest spectaculaire gedeelte van het Internet. Met behulp van het World Wide Web is het mogelijk om op grafische zeer verzorgde of zelfs op een multimediale wijze informatie aan te bieden en op te vragen.

Dat wil zeggen dat men op deze pagina's zoveel illustraties, foto's, tekeningen en grafieken kan opnemen als men wil. Daar waar de gegevens van data-banken vroeger alleen uit niets dan tekst bestonden, lijken WWW-pagina's zo weggelopen uit moderne, kleurrijke tijdschriften! Of hierdoor de informatie-waarde stijgt, is natuurlijk wél de vraag! Een mooie voorbeeldje van dat overdadige misbruik van niet terzake doende illustraties is gegeven in figuur 3/20.9-1. Het multimediale aspect van het WWW is dat men op pagina's verwijzingen naar muziek-, animatie- en videofragmenten kan opnemen. Klikt men op een dergelijke verwijzing, dan zal de software volledig automatisch een muziek-file (bijvoorbeeld een MIDI- of WAV- bestand) of een video-fragment (bijvoorbeeld een "Video for Windows"-bestand) naar de harde schijf van de computer downloaden. De meeste Internet-software is in staat dergelijke multimediale kunstjes on-line te vertonen, dus terwijl men contact heeft met het net.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-1: Een pagina uit het World Wide Web: meer kleurrijke illustraties dan tekst, minuten laadtijd, informatie-waarde nul komma nul.

Informatie die op het World Wide Web wordt aangeboden, bevindt zich op World Wide Web-pagina's. Een verzameling van zulke pagina's noemt men een site. Het thuishonk van een informatie-aanbieder op het World Wide Web noemt men de homepage. Pagina's op het World Wide Web zijn opgebouwd uit hypertekst-verbindingen in de tekst, eventueel aangevuld met foto's, afbeeldingen, animaties en geluidsbestanden. Met behulp van deze hypertekst-verbindingen op een World Wide Web-pagina is het mogelijk om van de ene pagina naar de ander pagina te schakelen. Daarvoor is alleen een klik van de muis nodig! Maar is is zelfs heel goed mogelijk dat zo'n koppeling verwijst naar een geheel andere computer die zich ergens op een ander continent bevindt! Hypertekst-verbindingen worden onderstreept weergegeven, een muisklik op het onderstreepte woord zorgt ervoor dat men naar een andere gedeelte op de pagina of naar een nieuwe locatie springt die onder de hypertekst-verbinding is gedefinieerd. De locatie of het adres van de pagina wordt altijd aangeduid met de afkorting URL (Uniform Resource Locator). Een URL op het World Wide Web begint altijd met de afkorting HTTP (Hypertext Transport Protocol) en dit is tevens de opmaakstandaard van een World

Wide Web-pagina. Een complete URL kan er als volgt uit zien:
http://www.yahoo.com
Let op de dubbele punt en de twee slashes!

HyperText Markup Language
Pagina's op het World Wide Web worden samengesteld met behulp van de "HyperText Markup Language" (HTML). HTML zorgt er onder andere voor dat de tekst op een World Wide Web-pagina voorzien wordt van een bepaalde opmaak. Veel bekende applicaties zoals WordPerfect voor Windows, Word voor Windows en binnenkort CorelDRAW hebben inmiddels hulpprogramma's ingebouwd waarmee men een document kan converteren naar HTML-formaat en dat daardoor direct geschikt wordt gemaakt voor publikatie op het World Wide Web. Men hoeft dan geen coderingen in te voeren waarmee men bijvoorbeeld aangeeft dat een bepaald gedeelte van de tekst gecentreerd wordt of vet wordt weergegeven. Voor het maken van gecompliceerde World Wide Web-pagina's (veel 3-D animaties, formulieren, etc.) wordt echter een specifieke HTML-editor aangeraden.

Nadelen van het WWW
De pagina's op het World Wide Web zien er meestal prachtig uit: veel tekeningetjes, grafiekjes en teksten in de meest diverse kleuren. Alle plaatjes staan in het grafische GIF- of in het grafische JPG-formaat. Vooral de GIF-files zijn vrij groot en al dat fraais moet wél via de telefoonlijn in de computer ingeladen worden! Dat kost veel tijd, tijd die geld kost en die men dus niet meer kan gebruiken voor het zoeken naar échte informatie. Gelukkig hebben de meeste Internet-programma's de mogelijkheid om het verzenden en op het scherm zetten van al die tekeningetjes, logo's en grafiekjes uit te schakelen. Deze worden dan vervangen door een klein standaard pictogrammetje en alleen de echte informatie, dus de tekst, wordt uiterst snel geladen. Wil men dan, nadat de pagina op het scherm staat, toch een of meerdere illustraties laden, dan hoeft men alleen even op het bijbehorende pictogrammetje te klikken.

Browsers voor het World Wide Web
Browsers zijn bladerprogramma's waarmee men naar informatie op het World Wide Web kan zoeken en deze kan bekijken. De meest gebruikte browsers van dit moment zijn Mosaic en Netscape Navigator. Wie zich aanmeldt bij CompuServe krijgt "Yahoo" als browser. Volgens sommige specialisten niet de beste keus, maar geen nood, want de meeste browsers zijn nog steeds gratis te downloaden van diverse sites. Binnen dergelijke programma's kan men veel geraadpleegde pagina's opnemen in een lijst met bladwijzers (bookmarks) waardoor men een volgende keer dat men deze pagina's wil raadplegen geen zoekfuncties meer hoeft uit te voeren. De URL's van deze pagina's worden in een apart bestand opgeslagen. Met deze browsers kan men niet alleen het World Wide Web op, maar ook contact leggen met FTP-servers (zie verder) om programma's van deze servers te downloaden en berichten via Usenet te ontvangen. Usenet is een verzameling van nieuwsdiensten op het Internet.

Telnet
Telnet is een oude manier om computers in het Internet te benaderen. Telnet is alleen in staat tekstschermen over te brengen, hetgeen echter wel betekent dat het met de moderne modems razendsnel

werkt. Bij Windows 95 wordt standaard een Telnet-programma geleverd, dit bevindt zich in de Windows folder. Men kan dit programma starten met bijvoorbeeld de Windows Explorer. Telnet geeft een eenvoudig tekstscherm weer waarin men op Spartaanse wijze met veelal Unix-systemen kan communiceren. De verbinding wordt gemaakt via Dial-Up Networking. Bekende Telnet-hosts zijn bijvoorbeeld "locis.loc.gov" (het Amerikaanse "Library of Congress Information System") en "compuserve.com" (het normale CompuServe).

Internic
Internic (zoals deze dienst kortweg genoemd wordt) biedt allerlei faciliteiten met betrekking tot het Internet zelf, zoals de mogelijkheid E-mail adressen (zie later) op te zoeken en ook een soort gouden gids.

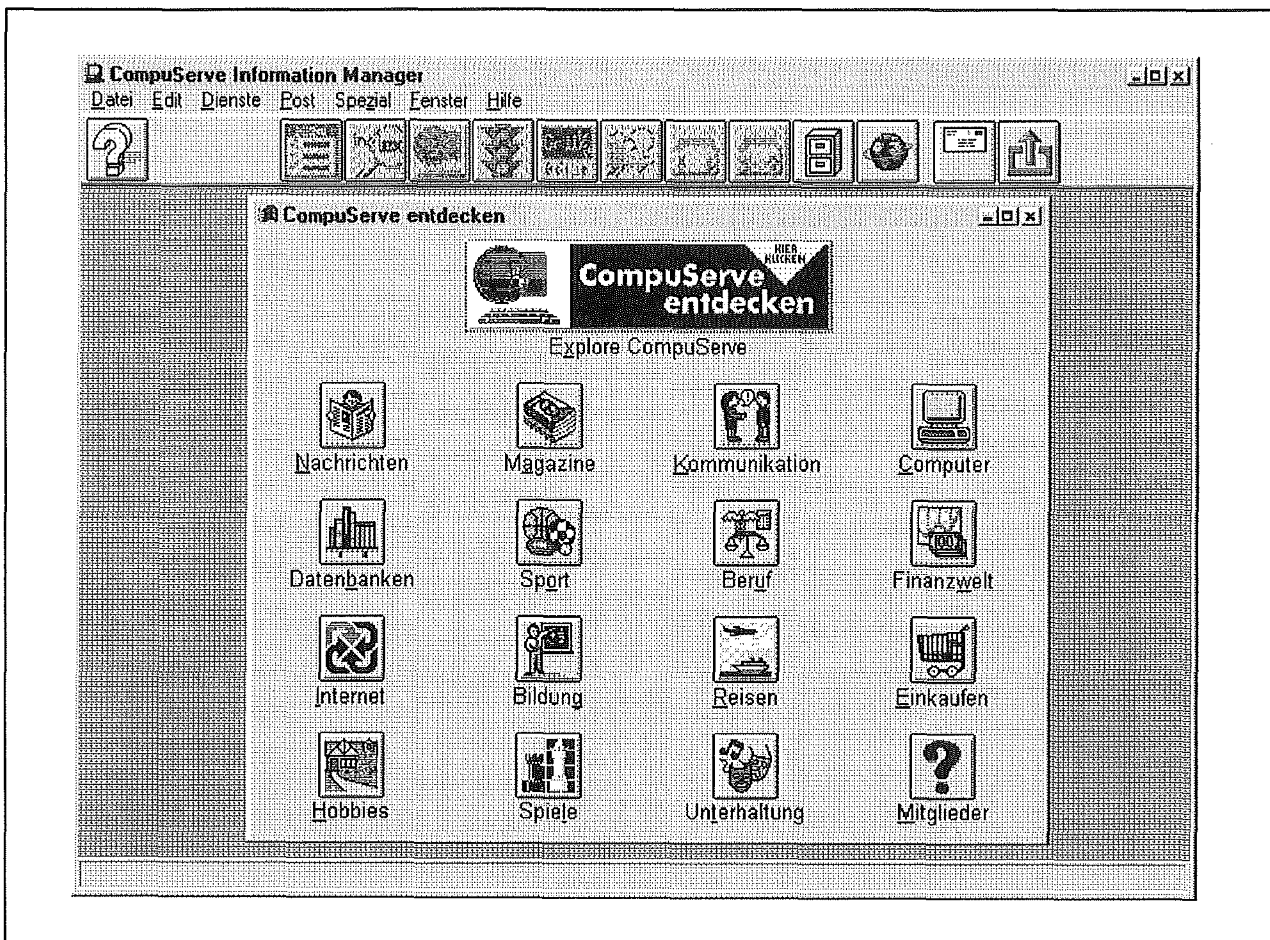
Gopher
Gopher is een wat verouderde manier om door informatie van een aangesloten computer te wandelen. Door middel van het maken van keuzes uit menu's komt men waar men wezen wil. Aangezien hoe langer hoe meer informatie-aanbieders het World Wide Web met zijn HTML-pagina's gebruiken raakt Gopher wat op de achtergrond.

FTP
Het FTP (afkorting van "File Transfer Protocol") is ook een manier om met een op het Internet aangesloten computer te communiceren, deze wordt dan meestal server genoemd. Het is gericht op bestandsoverdracht, men kan er dus gemakkelijk files mee downloaden.
De bestanden zijn op de bekende Folder/File/Shortcut wijze georganiseerd. Aan de bestanden worden geen speciale eisen gesteld. Alle Internet-programma's bieden de mogelijkheid om files volgens het FTP-protocol naar de eigen harde schijf te downloaden.

Archie
Archie is een hulpmiddel om bestanden te vinden in de vele FTP-servers. Men kan bijvoorbeeld met Telnet contact maken met een Archie-server zoals "archie.doc.ic.ac.uk" en de aanwijzingen volgen. Door middel van bepaalde opdrachten (zoals "find ditzoek.ik") kan men naar de locatie van bestanden zoeken.

E-mail
Elektronisch persoonlijk berichtenverkeer (E-mail) wordt gezien als de "killer-applicatie" van de laatste jaren. De meeste geautomatiseerde ondernemingen en instellingen beschikken over mailsystemen op hun netwerk. Als men een account op het Internet heeft, beschikt men tevens over een mail-id waardoor men met elke andere Internet-gebruiker berichten kan uitwisselen.
Het user-id op het Internet is tevens het mail-id, gevolgd door een financial addsign (@) en de domain naam. Een mail-id kan er als volgt uitzien:
erics@publishnet.nl.
Erics is de user-id, publishnet.nl is de domain naam. Als men een mailbericht over het Internet verstuurd, wordt de volledige mail-id als afzender meegestuurd. Een veelgebruikt mailprogramma is Eudora. Het is te krijgen voor verschillende platforms en wordt dan ook vaak door de Internet-provider meegeleverd met de overige Internet-software.
Men kan in Eudora adreslijsten samenstellen waarin men veelgebruikte mail-id's vastlegt.

20.9 Internet en de elektronicus



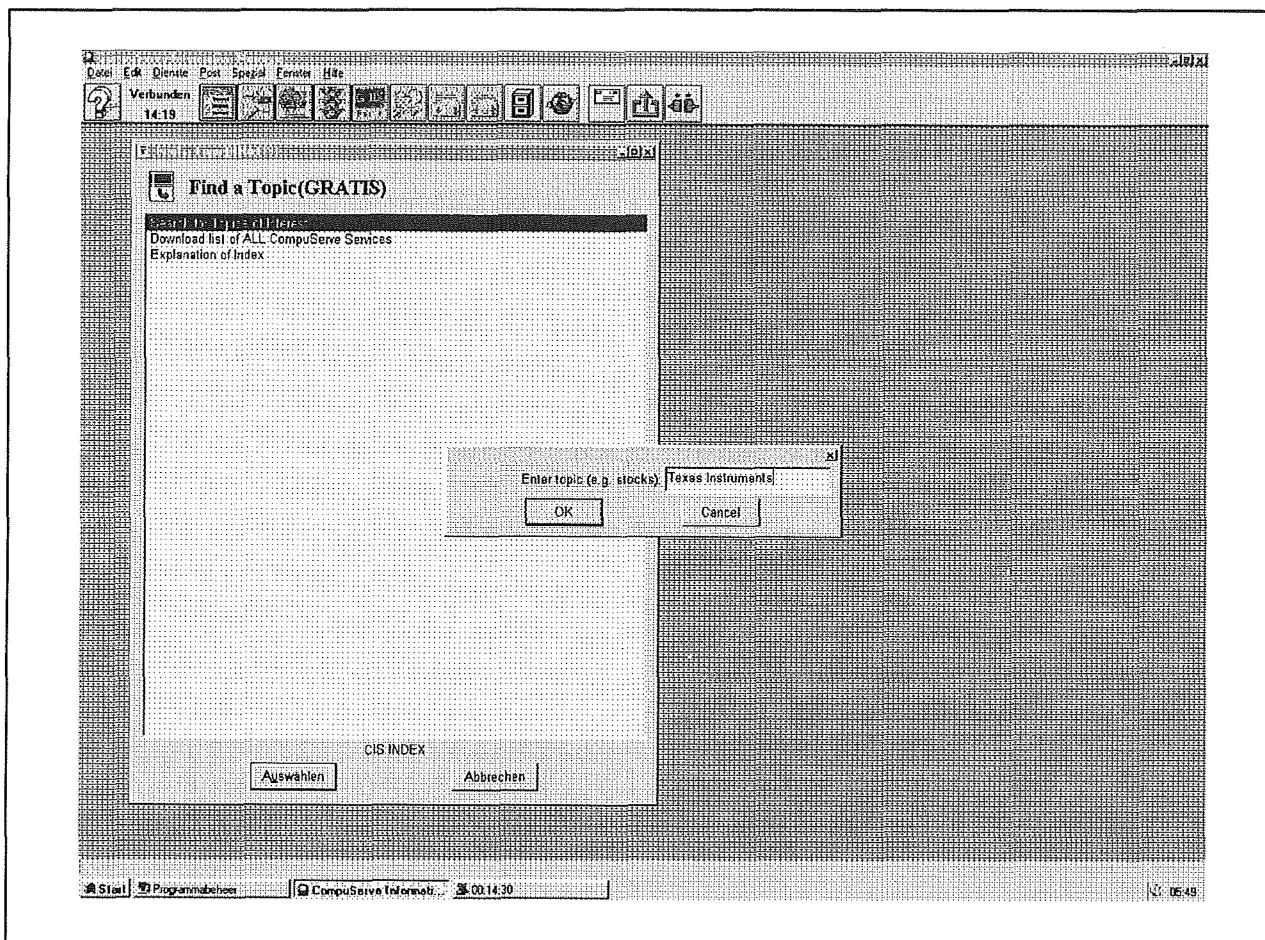
Figuur 3/20.9-2: Het openingsscherm van WINCIM.

Men hoeft dan niet meer de hele mail-id in te typen, een simpele muisklik op een mail-id in de lijst volstaat om het bericht te adresseren. Tevens kan men in het programma Eudora opgeven dat er bijvoorbeeld elk kwartier gecontroleerd wordt of er mail ontvangen is. De mailberichten kan men overigens off-line samenstellen of lezen zodat men geen verbindingskosten maakt terwijl het bericht wordt samengesteld of gelezen. Mailberichten die over het Internet binnenkomen, kan men direct doorsturen naar andere Internetgebruikers of direct beantwoorden. Eudora en vrijwel elk ander mailprogramma hebben de beschikking over deze functionaliteit.

Rules

Bij sommige mailprogramma's is het mogelijk regels op te geven die een bepaalde actie ondernemen als er een mailbericht is verstuurd, de zogenoemde rules. Zo kan men bijvoorbeeld direct een antwoord laten terugzenden naar de verzender. Veel mailprogramma's hebben een groepfunctie. Men definieert bij een groep meerdere mail-id's onder een groepsnaam. Door een mailbericht aan de groep te adresseren, hoeft men niet alle mail-id's meer in te voeren.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-3: Het via "Find a Topic" zoeken naar het woord "Texas Instruments".

CompuServe

WINCIM

Om te communiceren met CompuServe en met het Internet heeft CompuServe een uitstekend en gratis programma te bieden: "CompuServe Information Manager for Windows", afgekort tot WINCIM. Op dit moment is de laatste versie 2.0, deze werkt (evenals versie 1.4) ook goed met Windows 95. Alleen zal men, om gebruik te kunnen maken van Long File Names (LFN), een utility als de "Norton Navigator voor Windows 95" moeten installeren. Dit geldt echter voor alle "oude" 16 bit Windows programma's. LFN's kunnen gebruiken is handig, het is echter zeker geen vereiste.

Het gebruik van WINCIM

Wanneer men met WINCIM een verbinding gemaakt heeft met CompuServe verschijnt het venster van figuur 3/20.9-2 in beeld. Hier wordt de Duitse versie van WINCIM gebruikt, omdat van een Duitse CD-ROM gebruik werd gemaakt om het programma op te waarderen naar versie 2.0. Nederlandse account's krijgen de Engelstalige versie aangeleverd. Met de verschillende knoppen in het venster "CompuServe entdecken" kan men zich meteen een weg gaan banen in CompuServe. Sport, beroepen, tijdschriften, nieuws en

klantenservice zijn enkele voorbeelden. Met de drukknop "Internet" krijgt men onmiddellijk toegang tot het Internet, via het hulpprogramma CompuServe Mosaic. Via "Databanken" kan men toegang krijgen tot diverse professionele databases die echter vrijwel allemaal niet gratis toegankelijk zijn.

Forums
Een forum is een afgebakend gedeelte binnen het CompuServe netwerk, waarin men met elkaar (althans de personen die ingelogd zijn) on-line kan discussiëren, men kan berichten over dit onderwerp achterlaten en het is mogelijk allerlei relevante files te downloaden. Als men voor de eerste keer een bepaald forum kiest verschijnt een venster met informatie over het forum. Men kan zich dan bedenken en op "Leave" klikken, of zich aansluiten en op "Join" klikken. Er is ook een keuze "Visit" maar die geeft vrijwel geen mogelijkheden.

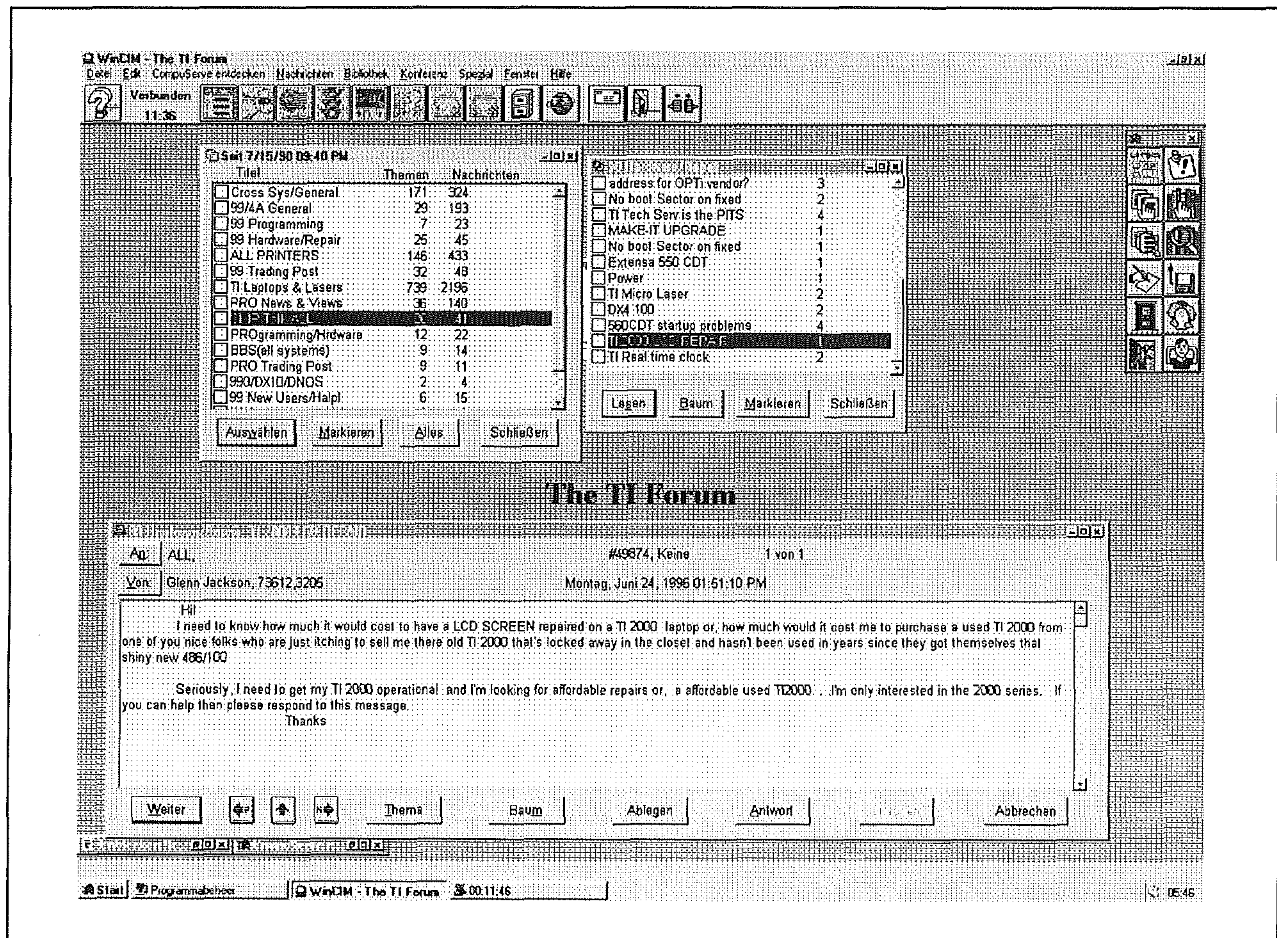
Contact leggen met databanken
Via de knoppen in het openingsvenster van WINCIM kan men zeer snel allerlei interessante gegevens opsporen. Maar, dat is dan een zoektocht zonder vast doel, die weliswaar vaak verrassende informatie oplevert, maar die heel moeilijk te richten is. Gelukkig kan men ook gericht zoeken. Via "CompuServe entdecken" komt men in het venster van figuur 3/20.9-3 terecht. Hier kan men selecteren tussen:
- zoek naar een interesse-gebied;
- laadt de lijst met alle CompuServe informatie-aanbieders;

Selecteert men de eerste optie, dan kan men een woord invullen. In het voorbeeld werd "Texas Instruments" ingevuld, in het kader van de zoektocht naar informatie over elektronica en dus bijvoorbeeld over deze grote Amerikaanse halfgeleider fabrikant.

Texas Instruments forum
Vrijwel onmiddellijk brengt deze zoektocht de gebruiker in het "Texas Instruments forum", zie figuur 3/20.9-4. Via dit forum kan men berichten verzenden naar de TI-computer en natuurlijk ook alle berichten bekijken. Iedere keuze die men maakt zorgt voor het openen van een eigen venstertje, zodat het scherm binnen de kortste keren vol venstertjes staat. Dat is onoverzichtelijk, maar heeft wel als voordeel dat men heel snel een aantal stappen terug kan zetten, bijvoorbeeld als een bepaalde zoektocht naar informatie geen resultaat heeft opgeleverd.
In het linkse venstertje treft men een overzicht aan van alle directories die ter beschikking staan. Klikt men een van deze namen aan, dan zal in het rechter venstertje een overzicht verschijnen van alle files die in de betreffende directory aanwezig zijn. Klikt men daar weer een naam aan, dan verschijnt het onderste venster in beeld, waarin de inhoud van de file zichtbaar wordt. Voor zover dat natuurlijk een tekstfile is! Het kan natuurlijk ook zijn dat men een file aanklikt die alleen te downloaden is. Dat gebeurt dan automatisch, waarbij WINCIM netjes vraagt in welke directory van de eigen harde schijf een en ander opgeborgen moet worden.

Lijst van CompuServe aanbieders
Ook op het eigen CompuServe netwerk hebben alle aangesloten computers natuurlijk een naam. Die naam is veel eenvoudiger dan deze die in het WWW gebruikt wordt.
Via de tweede optie in het "Find a Topic"-menu van figuur 3/20.9-3 kan men een lijst met al die namen downloaden.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-4: Het bekijken van E-mail in het forum van Texas Instruments.

Deze lijst wordt zeer regelmatig geactualiseerd. Natuurlijk biedt deze lijst voor elk wat wils. Aan de naam van het bedrijf kan men echter snel merken of de elektronicus er iets kan aan hebben. Ter informatie worden in het kader van figuur 3/20.9-5 enige elektronica firma's opgesomd, met hun CompuServe naam.

Een data-bank selecteren

Binnen het eigen netwerk van CompuServe is het heel gemakkelijk om verbinding te leggen met de computer van een bepaalde informatie-aanbieder. Een van de knoppen van de knoppenbalk van WINCIM stelt een verkeerslicht voor. Drukt men op deze knop, dan verschijnt een invulvenstertje, waarin men onmiddellijk de naam van een aanbieder kan intikken. De verbinding met de betreffende computer wordt dan onmiddellijk gelegd.

Vergelijking tussen CompuServe en Internet

CompuServe is een goed en strak georganiseerd informatiesysteem. Met de nadruk op systeem: er zit een duidelijk systeem in de wijze waarop men met de verschillende aanbieders communiceert en bestanden download. Alle diensten (forums, E-mail, klantenservice, informatie over de lopende kosten, nieuws) zijn gemakkelijk en snel te benaderen met WINCIM.

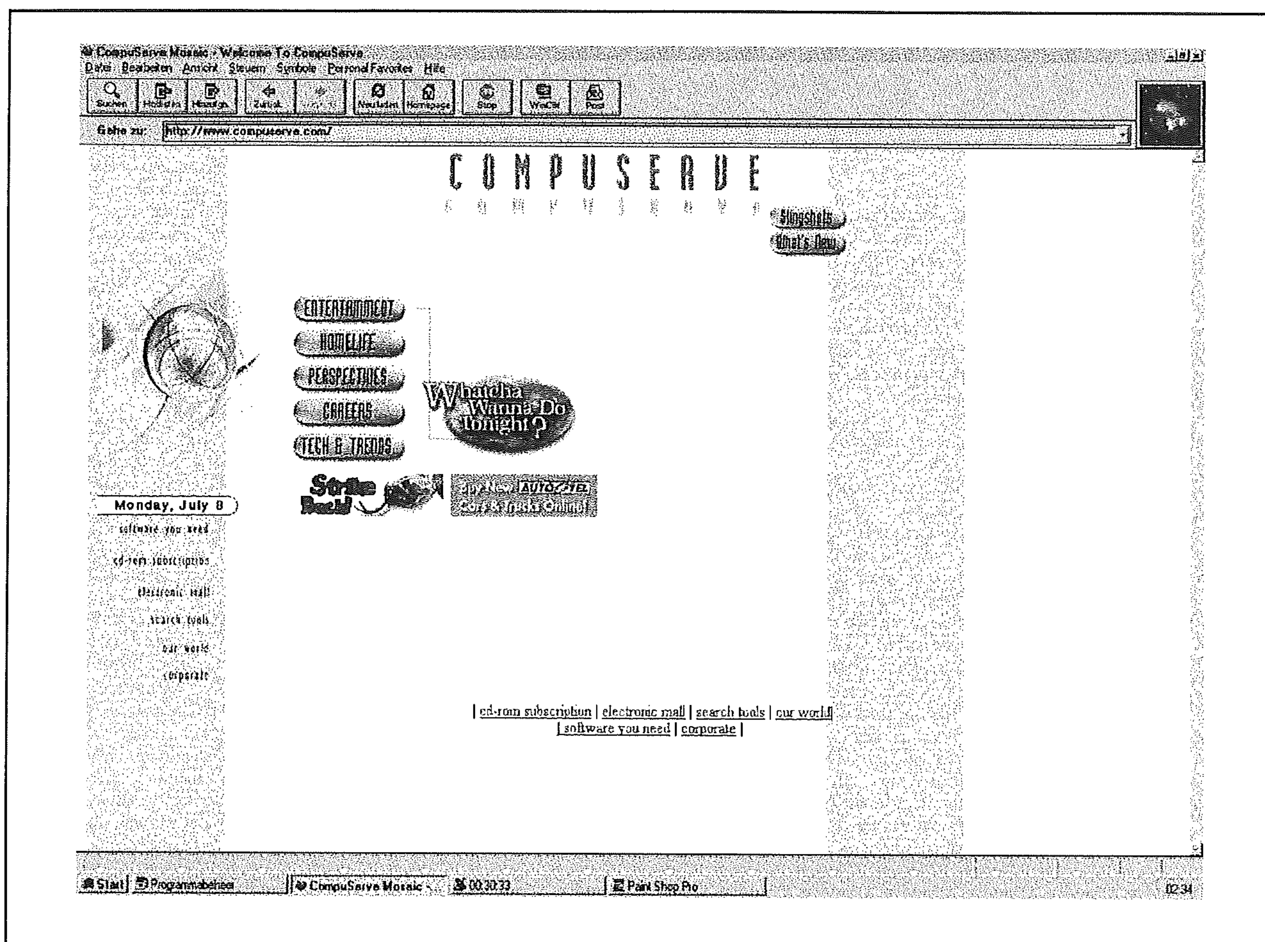
20.9 Internet en de elektronicus

Adaptec Forum	ADAPTEC	Microprocessors & News Forum	INTELP
Advansys Software Area	ADVANSYS	Microsoft File Finder	MSFF
Amiga User's Forum	AMIGAUSER	Microsoft Press	MSP
Apple II Users Forum	APPUSER	Microtest Inc. Forum	MICROTEST
ASP CD-ROM Forum	ASPCD	MIDI/Music Forum	MIDIFORUM
Atari ST Prod. Forum	ATARIPRO	MobileComm	MCOM
Benchmark & Standards Forum	BENCHMARK	Modem ISDN Handy Forum	GERMODEM
CADD/CAM/CAE Vendor Forum	CADDVEN	Motorola Service Menu	MOTOROLA
CHIP Magazin Forum	CHIP	MS Software Library	MSL
Comm. & Networking Forum	INTELFORUM	Netware General Files Forum	NWGENFILES
Commodore/Amiga Forums	CBMNET	Network Professional Assoc.	NPA-1
Dataquest Online	DATAQUEST	Network VAR Forum	STACKS
DECPCI Forum	DECPCI	Novell Client Forum	NOVCLIENT
Digital Equipment Corp.	DEC	Novell Connectivity Forum	NCONNECT
Eicon Technology Forum	EICON	Patent Research Center($)	PATENT
Electronic Books	EBOOKS	PC Applications Forum	PCAPP
Electronic Word Forum	EWORD	PC Hardware Forum	PCHW
ELSA GmbH Forum	ELSA	Seagate Forum	SEAGATE
Engineering Automation Forum	LEAP	Siemens Automation	SIEAUT
Epson America Forum	EPSON	Siemens Nixdorf	SNIPC
European Co. Reasearch Centre	EUROLIB	Sierra Online	SIERRA
German Company Research Center	GERLIB	SmartCard Forum	SMARTCARD
Hardware Companies Listing	HARDWARE	SPEA Forum	SPEA
Hayes Online	HAYFORUM	Stac Electronics Forum	STACKER
HP DeskJets Forum	HPDESKJET	Standard Microsystems Forum	SMC
HP Handheld Forum	HPHAND	STAR DIVISION GmbH Forum	STARDIVISI
HP ScanJet Forum	HPSCAN	SYBEX Publishing Forum	SYBEX
IBM Online	IBM	Technomatic	UKTECHNO
IBM Storage Systems Forum	IBMSTORAGE	Tektronix Forum	TEKTRONIX
Ideas & Inventions Forum	INNOVATION	Telecom Support Forum	TELESUPPOR
Intel Components/Embedded	INTELCORP	Texas Instruments Forum	TIFORUM
Intel Corporation	INTEL	Texas Instruments News	TINEWS
ISDN Forum	ISDN	Toshiba Forum	TOSHIBA
JDR Microdevices	JDR	US Robotics Forum	USROBOTICS
Lan Magazine Forum	LANMAG	Vobis AG Computer Forum	VOBIS
Library Of Science Book Club	LOS	Wang Support Area	WANG
Logitech Forum	LOGITECH	Wireless Communication Forum	WIRELESS
Mac Applications Forum	MACAP	Wolfram Research Forum	WOLFRAM
Mac Communications Forum	MACCOMM	Xerox Software Forum	XRXSW
Macintosh Hardware Forum	MACHW	Xircom Forum	XIRCOM
Markt & Technik Online	GERMUT	Zenith Data Systems Forum	ZENITH

Figuur 3/20.9-5: Een alles behalve complete lijst van bedrijven die iets te melden hebben op het gebied van elektronica, met hun CompuServe roepnaam.

Daarentegen wordt er minder dan bij het Internet gebruik gemaakt van plaatjes en versieringen, en al helemaal niet van animaties of geluid. CompuServe komt minder in het nieuws en is dus minder aantrekkelijk voor informatie-aanbieders op de consumentenmarkt, maar de meeste grote elektronische firma's zijn via WINCIM te benaderen. Internet en met name het World Wide Web is enorm groot, ziet er aantrekkelijk uit en door middel van de hyperlinks springt men gemakkelijk van het ene naar het andere onderwerp. Vanwege de populariteit zetten steeds meer bedrijven uitgebreide data-banken op het Internet.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-6: Het werkscherm van het WWW-programma CompuServe Mosaic.

De vele hyperlinks maken van het Web echter dikwijls een doolhof. De stortvloed aan slecht georganiseerde informatie maakt dat men spoedig door de bomen het bos niet meer ziet. En het belangrijkste nadeel: het Web is ***TRAAG***, zelfs met een 28.800 bps modem. Dat komt voornamelijk door de plaatjes en andere versieringen die allemaal via het modem binnen moeten komen.
Maar bovendien, vanwege de enorme drukte op het Internet moet men dikwijls erg lang wachten op verbinding met een bepaalde server.
Toch blijkt het Internet, zoals uit de rest van dit hoofdstuk zal blijken, een veel ruimere informatiebron voor de elektronicus te zijn dan het eigen netwerk van CompuServe.

Via CompuServe het World Wide Web op

Mosaic
Via de knop "Internet" in het openingsscherm van WINCIM (zie figuur 3/20.9-2) wordt onmiddellijk het WWW-programma CompuServe Mosaic opgestart en wordt automatisch contact gelegd met het URL van CompuServe: http://compuserve.com (figuur 3/20.9-6).

20.9 Internet en de elektronicus

SEARCH TOOLS

Power Search the Internet on Excite

excite

Enter words describing a concept or keywords:

Search | Search: Web Sites Usenet Classifieds Reviews

Power Search on CompuServe

Power Search

25 Maximum number of items returned

Power Search for a local access number

City or State/Province abbrev.

Any Baud Rate Power Search

Power Search the Internet on

Power Search Options

| cd-rom subscription | electronic mall | search tools | our world | software you need | corporate |

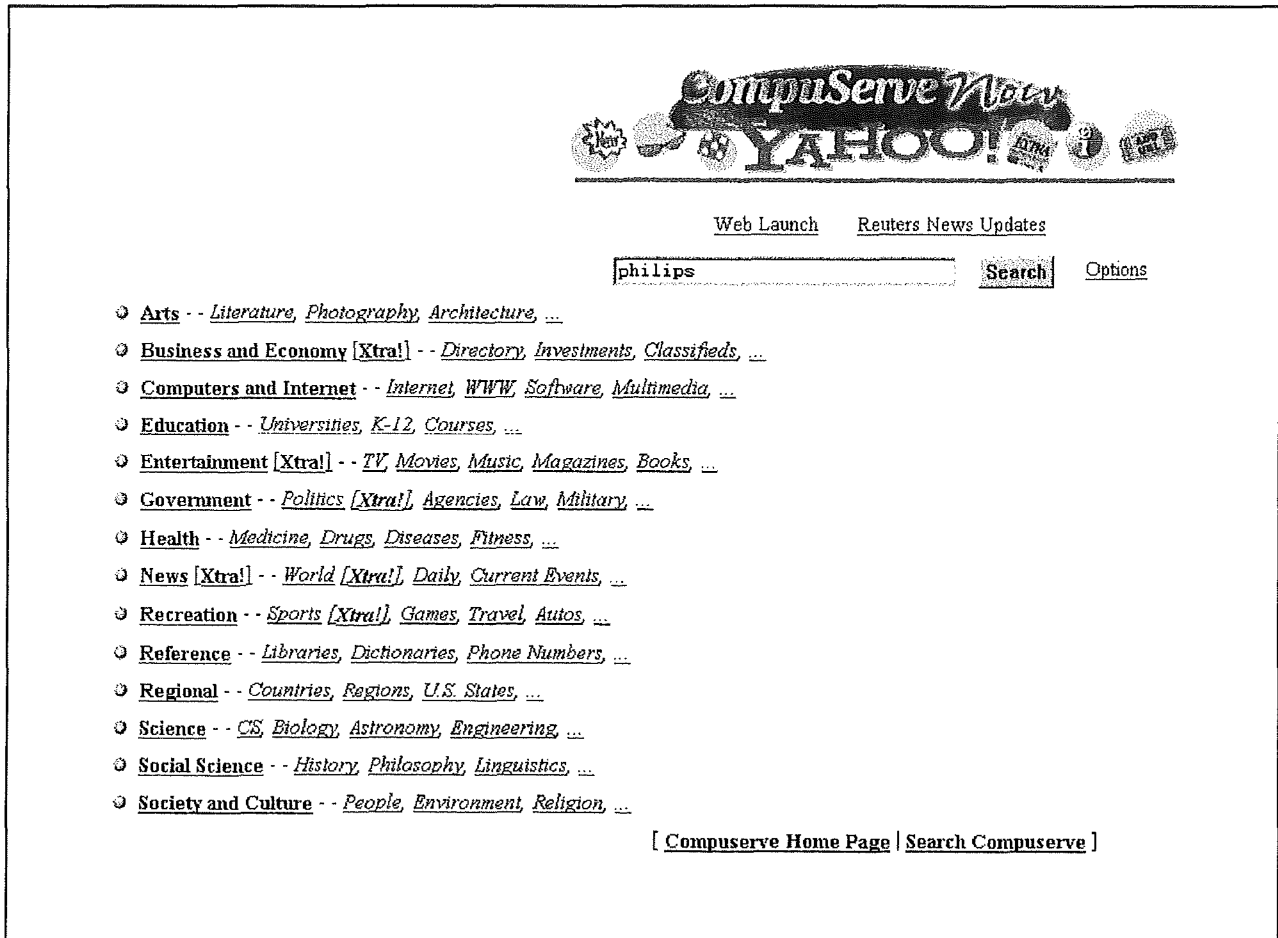
Figuur 3/20.9-7: Het scherm waarmee men kan kiezen hoe men op zoek wil gaan naar informatie in het Internet.

Natuurlijk staan hier weer allerlei verlokkelijke knopjes, die een heleboel informatie beloven, maar ook dan gaat de zoektocht weer volstrekt ongeorganiseerd. Wie bewust wil zoeken, klikt op het woordje “Search Tools”, dat onder in het beeld staat. Met dit knopje krijgt men toegang tot de in CompuServe beschikbare browsers en zoek-mogelijkheden. Na enige tijd verschijnt het venster van figuur 3/20.9-7 in beeld, waarbij het natuurlijk zo is dat het volstrekt overbodige kleurenplaatje naast het woord “Search Tools” een heleboel laadtijd kost. De onderste keus, “Yahoo!”, brengt de Internetter naar het openingsscherm van de Yahoo-browser, zie figuur 3/20.9-8. Zoals blijkt staan de meest populaire categorieën al ingevuld. Wil men iets over kunst te weten komen, dan klikt men op het onderstreepte woordje “ARTS” en gaat Yahoo zijn database afzoeken op alle URL’s die iets met kunst te maken hebben.

Op zoek naar elektronica

Naast de drukknop “Search” staat een venstertje waarin men een zoekcriterium kan intikken. In eerste instantie werd hierin het woord “electronics” ingevuld, met als gevolg dat er een indrukwekkende lijst met niet minder dan 543 “matches” op het scherm verscheen, zie figuur 3/20.9-9.

20.9 Internet en de elektronicus



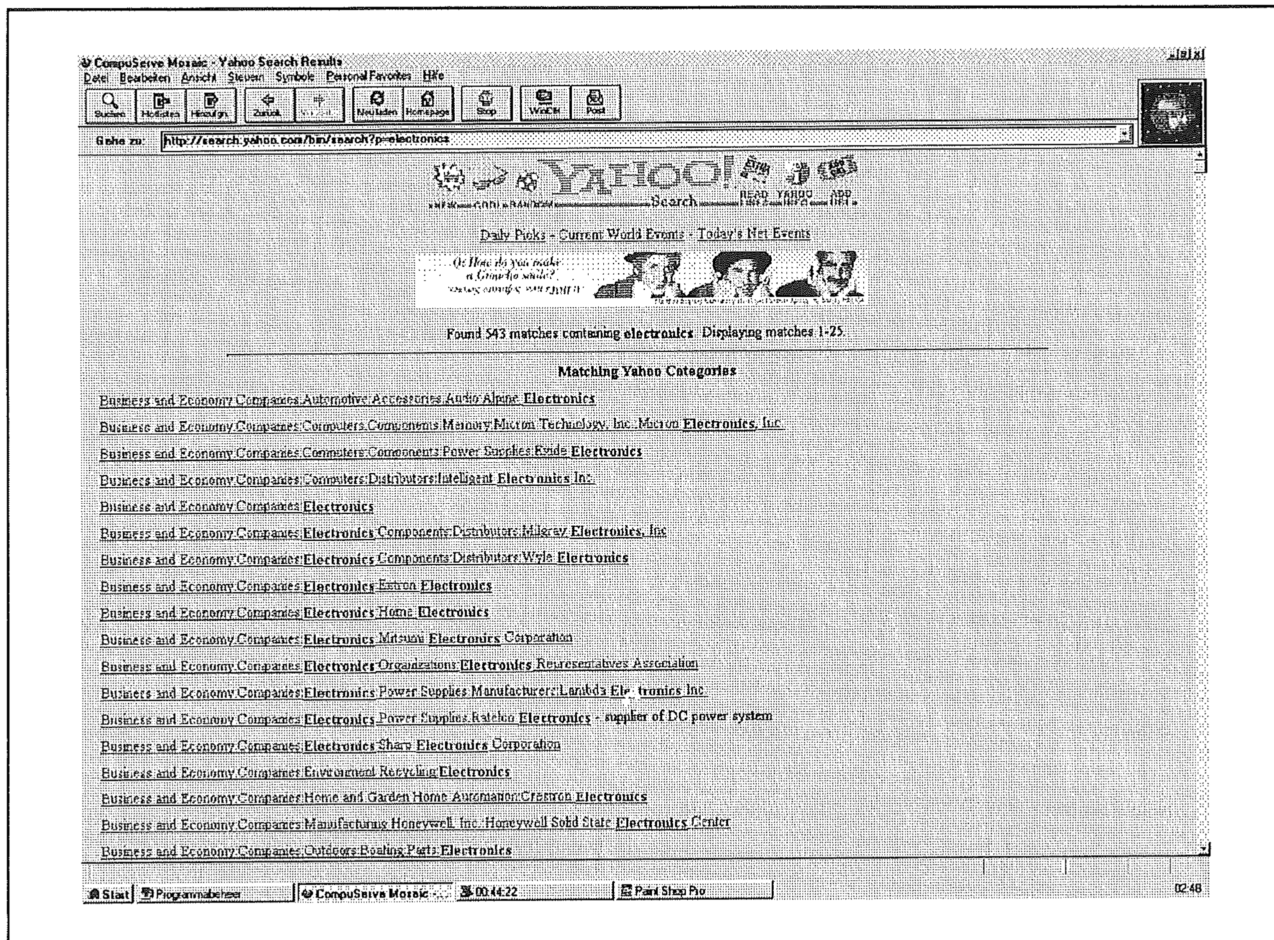
Figuur 3/20.9-8: Het openingsscherm van Yahoo, waarin men ofwel op categorieën kan zoeken ofwel een selectie-woord kan intikken.

Het vervelende is echter dat deze lijst pagina-gewijs wordt verzonden en op het scherm verschijnt en men telkens het vervolg van de lijst door middel van een muisactie op het scherm moet zetten.
Al met al duurt het zodoende een hele tijd, voor men alle "matches" heeft binnen gehaald!
Het doorzoeken van een dergelijke lijst kost nogal wat tijd en al die tijd staat de telefoonteller te tikken! Maar gelukkig kan men de resultaten van een dergelijke zoekactie als tekstfiles op de harde schijf zetten en nadien, buiten het modemgebeuren om, rustig tot één grote lijst combineren, bekijken in een tekstverwerker en selecties maken. In een van de lijsten werd de intrigerende kreet "recreation: hobbies and electronics" aangetroffen.
Reden genoeg om dit even nader te onderzoeken.

Schema's laden uit het Internet

Klikt men in Yahoo op de betreffende regel, dan wordt automatisch verbinding gelegd met de computer waarop deze URL aanwezig is.
Men komt dan in een data-bank terecht, die een aantal eenvoudige doe-het-zelf schakelingen aanbiedt, zie figuur 3/20.9-10.

20.9 Internet en de elektronicus

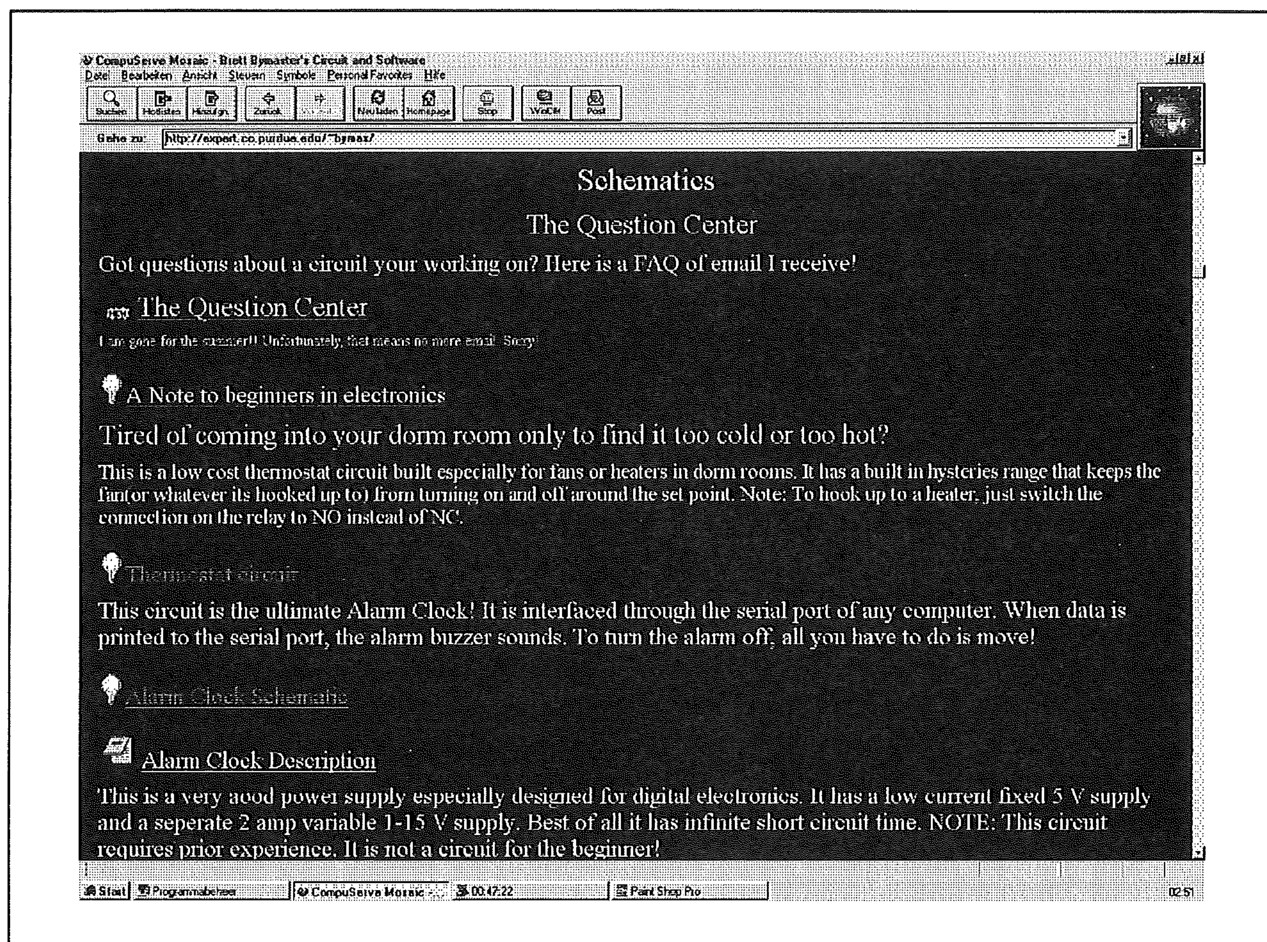


Figuur 3/20.9-9: Het resultaat van Yahoo's zoektocht naar het woordje "electronics": een lijst met niet minder dan 543 informatie-leveranciers op het gebied van elektronica.

Van iedere schakeling staat een beschrijvende tekst-file ter beschikking en het schema zélf wordt aangeboden onder de vorm van een GIF-plaatje. Zowel tekst als plaatje kunnen uiteraard, door de hypertextachtige opbouw van het gehele WWW-gebeuren, met één klik van de muis op het juiste woordje, geladen worden. In CompuServe Mosaic is een ingebouwde GIF-viewer aanwezig, zodat men het plaatje on-line kan bekijken. Maar natuurlijk kan men de tekening ook wegschrijven naar de harde schijf en nadien weer laden in een grafisch programma zoals Paint Shop Pro en het uitprinten. Als voorbeeld werd de thermostaat-regeling geladen en uitgeprint. Het wel zeer eenvoudige schemaatje van deze schakeling is voorgesteld in figuur 3/20.9-11. Zoals blijkt, bestaat de schakeling uit een operationele versterker, die als Schmitt-trigger is geschakeld. Als sensor wordt een thermistor gebruikt, die in een spanningsdeler is opgenomen en aangesloten is op de niet-inverterende ingang van de operationele versterker. De spanning op deze ingang is dus een maat voor de temperatuur van de sensor en de uitgang van de operationele versterker zal ofwel "L" ofwel "H" zijn.

In het laatste geval wordt een transistor open gestuurd, die via een relais een ventilator inschakelt.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-10: De data-bank met eenvoudige elektronische schema's.

Bewuste zoek-actie 1: gegevens van de Philips NE 5512

Inleiding

Onder de duizenden IC's die Philips op de markt brengt, bevindt zich de NE 5512, een operationele versterker met zeer professionele eigenschappen. Hoewel de gegevens van dit IC natuurlijk in het lineaire data-book van Philips te vinden zijn, is het interessant om te onderzoeken of deze informatie ook via het Internet te verkrijgen is.

Via Yahoo naar Philips

Uiteraard werd weer Yahoo in beeld gebracht. Dat gaat erg gemakkelijk want CompuServe Mosaic houdt een lijstje bij van alle WWW-pagina's die opgevraagd zijn. Via de knop met het pijltje naar links "Zurück" kan men heel snel vorige pagina's op het scherm zetten. Daarvoor wordt een speciale directory op de harde schijf ingericht met als naam "MOSAIC\CACHE". In het Yahoo-venstertje werd het woord "Philips" ingetikt, zie figuur 3/20.9-8. De software weet raad en zet vrij snel de openingspagina van de Philips WWW-site op het scherm, zie figuur 3/20.9-12. Zoals gebruikelijk bij

WWW-pagina's bevat deze eerste pagina hoofdzakelijk reclame voor de eigen winkel. Maar gelukkig kan men via enige keuze-woorden vrij snel terecht komen in de échte informatie-pagina's. In dit voorbeeld wordt natuurlijk gekozen voor "Philips Semiconductors", waarna de pagina "Welcome to Philips Semiconductors Technical Documentation" in beeld verschijnt, zie figuur 3/20.9-13. Via deze pagina kan men informatie krijgen over wereldwijde verkoopadressen van Philips-IC's, over distributors, maar gelukkig ook over een aantal categorieën IC's zoals:

- Communications;
- Multimedia & Audio/Video;
- Microcontrollers;
- Digital Logic;
- Linear;
- PLD's;
- Military Products;
- Discretes;
- Package Outline Drawings.

Natuurlijk wordt hier gekozen voor "Linear".

Het lukt!

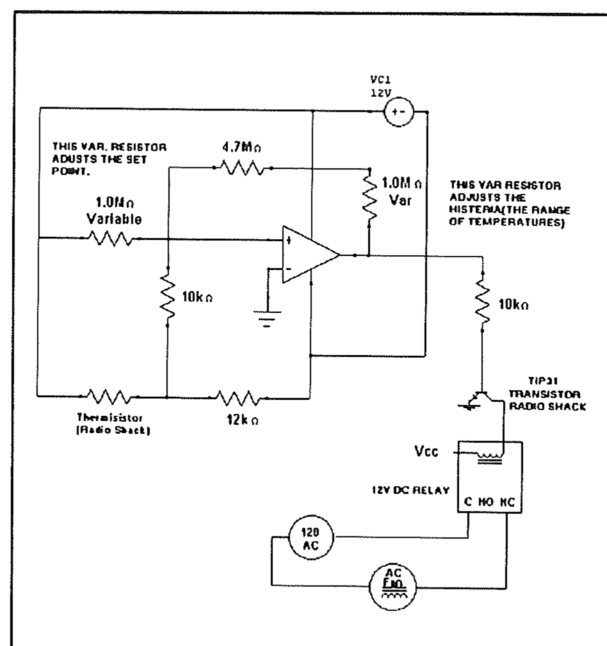
Wat vervolgens in beeld verschijnt is weergegeven in figuur 3/20.9-14. Een zeer lange lijst met document-namen en een korte beschrijving wat er achter deze namen verborgen zit. Die lijst is heel overzichtelijk ingedeeld in groepen lineaire IC's, zoals operationele versterkers, OTA's, ADC's, etc. In de lijst met operationele versterkers valt onmiddellijk het document PDF 8144 op, hetgeen een application note zou bevatten over de gezochte operationele versterker NE 5512.

Ophalen van de technische informatie

Na klikken op de regel PDF 8144 deelt CompuServe Mosaic, vreemd genoeg (zie later), mee dat hierachter slechts een GIF-file verscholen zit en dat deze beschikbaar is om geladen te worden. Het blijkt dat men bij Philips een pagina van de application note over de NE5512 heeft gescand en omgezet in een grafisch GIF-plaatje. Dat de kwaliteit hiervan goed genoeg is blijkt wel uit figuur 3/20.9-15, een afdruk op een HP DeskJet 560C van deze pagina van de application note.

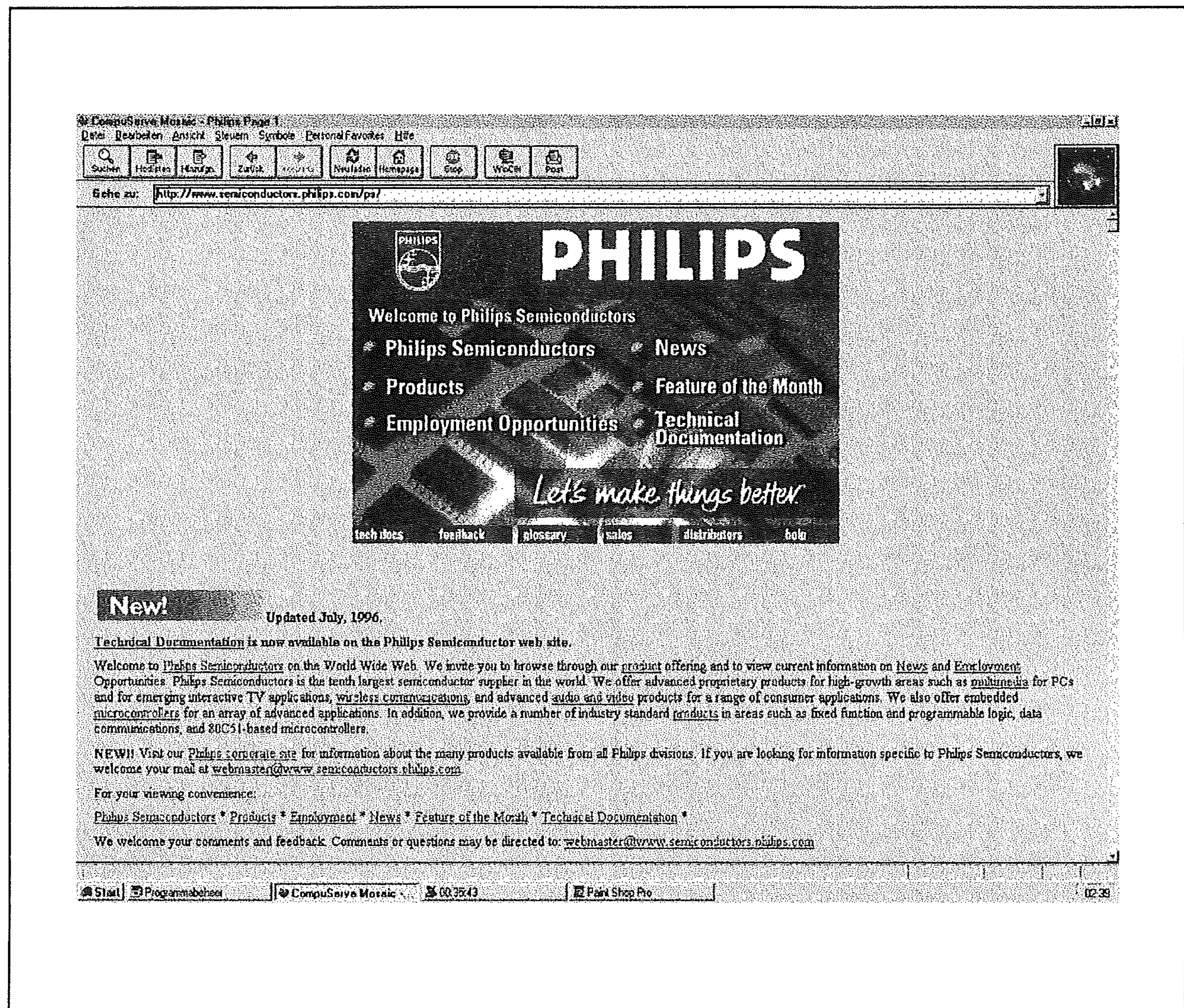
Besluit

Het zoeken van de geschikte informatie, namelijk technische gegevens over een operationele versterker van Philips, heeft dank zij de krachtige mogelijkheden van de browser Yahoo niet meer dan tien minuten gekost! Natuurlijk biedt het traditionele data-book heel wat meer informatie dan één paginaatje over dit IC. Maar het is in ieder geval wat en als men niets anders heeft, zal men blij zijn dat men via het Internet toch iets aan informatie kan vinden.



Figuur 3/20.9-11: Het schema van een ventilator-regeling, geladen uit het wereldwijde Internet.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-12: Door het invoeren van het zoekwoord "Philips" komt men onmiddellijk in de data-bank van Philips terecht.

20.9 Internet en de elektronicus

Welcome to Philips Semiconductors Technical Documentation

If you would like to return to THIS particular section in the future, please bookmark this page. You can now access our Technical Documentation section direct and bypass our product interest profile form.

Searching for a specific application note or data sheet? We have several methods for you to receive technical information from Philips Semiconductors. These include:

- PDF-Entire document is available in Adobe portable document format for viewing. Acrobat reader software is available from Adobe at no charge.
- **Note: Users with Netscape browsers, if you are encountering giant gif problems please go into helper applications and change application/gif to launch. Complete instructions and applications available.**
- Philips Semiconductors' Fax-On-Demand system allows you to receive selected documents by fax automatically, 24 hours a day, 7 days a week. **We are now pleased to provide fax-back servers in the following locations around the world.** To receive a document, call one of the following numbers for your area of the world and enter the document number when prompted to do so:

  England: +44 181 730 5020 (covers United Kingdom and Ireland)
  France: 33.1.40.99.60.60
  Germany: +49 40 23536 357
  North America: 1-800-282-2000

  Look for additional servers to be put in place soon! Our system in Germany (covering Germany, Switzerland and Austria) will be the next one available. If there is no Fax-On-Demand service in your area, click on the SALES button on any page and call the sales office or DISTRIBUTOR nearest you for product information.

  Check this site for additional fax-back facilities as they are implemented.

Search - looking for a specific application note or data sheet? You can enter any product name, part number or ANY portion of the specific information you're looking for. Remember, the more specific you get, the shorter the list will be!

Search for: **Submit**

Communications
Multimedia & Audio/Video
Microcontrollers
Digital Logic
Linear
PLDs
Military & Special Products
Discretes
Package Outline Drawings

Figuur 3/20.9-13: Het openingsscherm van de sectie "Philips Semiconductor Technical Documentation".

OPERATIONAL AMPLIFIERS
PDF 8143 AN142 Audio Circuits Using The NE5532/3/4
PDF 8144 AN144 Applications For The NE/SA/SE5512
PDF 8145 AN1441 Applications For The NE5514
PDF 8158 AN1511 Low-Voltage Gated Function Generator: NE5230
PDF 8016 AN1512 All In One: NE5230
PDF 8017 AN1513 NE5205: A Cascadable Amplifier
PDF 8018 AN165 Integrated Operational Amplifier Theory
PDF 8148 AN1651 Using The Ne/SA5234 Amplifier
PDF 8149 AN166 Basic Feedback Theory
PDF 5045 AU2902 Auto Quad Operational Amplifiers -40 To -125
PDF 5047 AU2904 Auto Dual Operational Amplifiers -40 To -125
PDF 5021 LM1/2/358/A/2904/NE/SE/SA532 Dual Operational Amplifier
PDF 5050 LM124/224/324/A/2902/SA534 Quad Operational Amplifier
PDF 5055 MC/SA1458/1558 Dual Operational Amplifier
PDF 5020 NE/SA/SE4558 Dual General Purpose Operational Amplifiers
PDF 5022 NE/SA/SE5512 Dual Operational Amplifiers
PDF 5007 NE/SA/SE5533/34/A Dual Low Noise Operational Amplifier
PDF 1002 NE/SA523 Matched Quad Hi-Performance Operational Amplifiers
PDF 5014 NE/SA5230 Low Voltage Operational Amplifier
PDF 5030 NE/SA531 High Slew Rate Operational Amplifier
PDF 5032 NE/SE5514 Quad Operational Amplifiers
PDF 5033 NE/SE5532/A Dual Low Noise Operational Amplifier
PDF 5063 UA/SA741/C General Purpose Operational Amplifier
PDF 5064 UA747C Dual Operational Amplifier

OPERATIONAL TRANSCONDUCTANCE
PDF 8146 AN145 NE5517/A Transconductance Amplifier Applications
PDF 5017 NE5517/A Dual Amplifier

DATA CONVERTERS ANALOG TO DIGITAL CONVERTERS
PDF 5041 ADC0803/4-1 8-Bit A/D Converter 0-To-70
PDF 5042 ADC0820 8 Bit CMOS A/D Converter
PDF 5001 NE5037 6-Bit A/D Parallel Output

COMPARATORS
PDF 8136 AN116 Applications For The NE521/522/527/529
PDF 5044 AU2901 Quad Voltage Comparator
PDF 5046 AU2903 Low Power Dual Voltage Comparator
PDF 5051 LM1/2/339/A/2901/MC3302 Quad Voltage Comparator

Figuur 3/20.9-14: In deze lijst met documenten over analoge Philips-IC's staat zowaar ook de gezochte operationeel versterker NE 5512.

Bewuste zoek-actie 2: zoeken naar een vloeistofniveau sensor

Inleiding

Hoewel het natuurlijk mogelijk is met discrete halfgeleiders een schakeling te ontwerpen, waarmee men het niveau van een vloeistof kan controleren, is bekend dat er voor dit doel speciale IC's op de markt zijn. Maar wie maakt dergelijke onderdelen en wat zijn de eigenschappen ervan? Een goede testcase om te onderzoeken of Internet nu werkelijk zoveel informatie bevat als iedereen beweert. Verder is bekend dat de Amerikaanse IC-fabrikant National Semiconductor nogal wat sensoren in het programma heeft.

Zoeken naar National Semiconductors

Via Yahoo wordt gezocht naar het trefwoord "national".

20.9 Internet en de elektronicus

Philips Semiconductors Linear Products — Application note

Applications for the NE/SA/SE5512 — AN144

DESCRIPTION

The NE/SA/SE5512 series of high-performance operational amplifiers provides very good input characteristics. These amplifiers feature low input bias and voltage characteristics such as a 108 op amp with improved CMRR and a high differential input voltage limit achieved through the use of a bias cancellation and PNP input circuits with collector-to-emitter clamping. The output characteristics are like those of a 741 op amp with improved slew rate and drive capability, yet have low supply quiescent current.

BRIDGE TRANSDUCER AMPLIFIER

In applications involving strain gauges, accelerometers and thermal sensors, a bridge transducer is often used. Frequently the sensor elements are high resistance units requiring equally high bridge resistance for good sensitivity. This type of circuit then demands an amplifier with high input impedance, low bias current and low drift. The circuit shown represents a solution to these general requirements (Figure 1).

For V_S=10V, the common-mode voltage is approximately +5V, well within the common-mode limits of the NE5512.

The sensitivity of the input stage is approximately

$$\frac{R_F \cdot V_S}{2R}$$

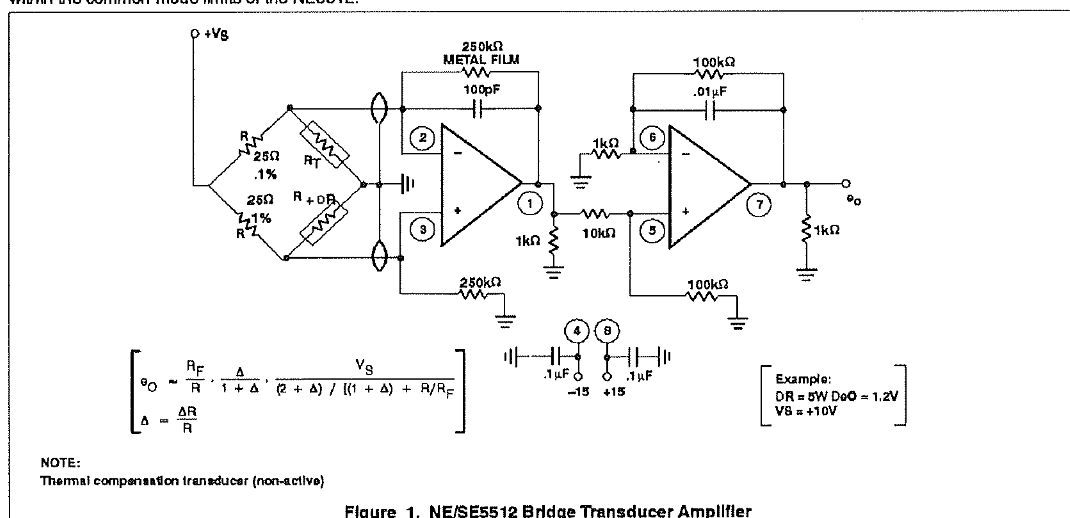
to a change in transducer resistance ΔR. This gives a gain factor of ~ 50 for V_S=10V and R=25kΩ. The second stage gain is x100 giving a total gain of ~ 5000.

Noise is minimized by shielding the transducer leads and taking special care to determine a good signal ground.

Common-mode noise rejection is particularly important, making matched differential impedance critical. The NE5512 typically provides 100dB of common-mode rejection and will considerably reduce this undesirable effect.

The following are sensitivity figures for the transducer circuits.

	ΔR	ΔE_{OUT}
Leg 1	10Ω	-2.6V
	5Ω	-1.3V
Leg 2	10Ω	+2.4V
	5Ω	+1.2V



$$e_O \approx \frac{R_F}{R} \cdot \frac{\Delta}{1+\Delta} \cdot \frac{V_S}{(2+\Delta)\,/\,[(1+\Delta) + R/R_F}$$

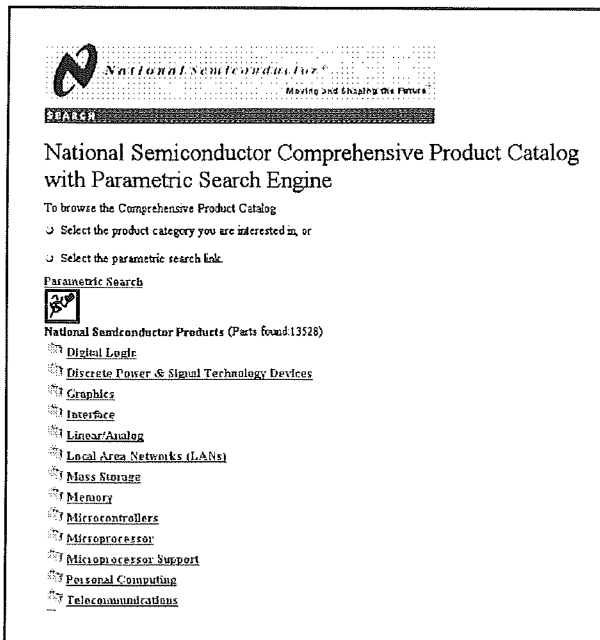
$$\Delta = \frac{\Delta R}{R}$$

NOTE:
Thermal compensation transducer (non-active)

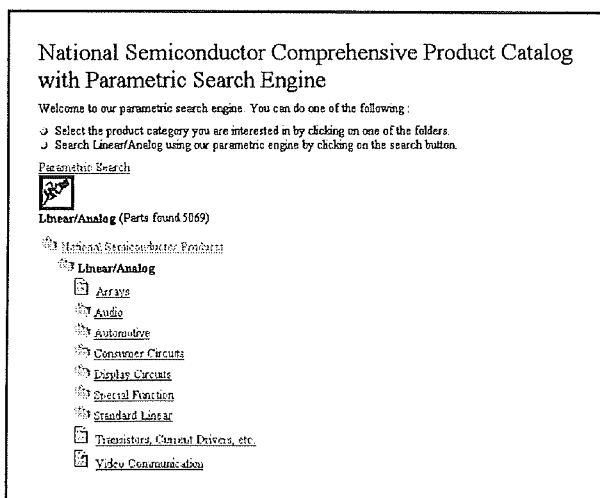
Figure 1. NE/SE5512 Bridge Transducer Amplifier

Figuur 3/20.9-15: De beschikbare pagina van de application note over de Philips NE5512 operationele versterker.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-16: De openingspagina van de "National Semiconductor Comprehensive Product Catalog".



Figuur 3/20.9-17: Uit deze pagina blijkt dat National Semiconductor de gegevens van niet minder dan 5.069 lineaire IC's op het Internet heeft gezet.

Inderdaad blijkt dat National Semiconductor op het Internet zit en wel met URL "http://www.national.com". Al na enige WWW-pagina's verschijnt de "National Semiconductor Comprehensive Product Catalog" in beeld, zie figuur 3/20.9-16. Dat een eventuele vloeistofniveau sensor onder de categorie "Linear/Analog" valt is wel duidelijk. Dus wordt hierop geklikt met de muis. Uit de volgende pagina, zie figuur 3/20.9-17, wordt duidelijk dat er gegevens beschikbaar zijn van niet minder dan 5.069 lineaire IC's! Helaas staat er geen afzonderlijke koppeling naar "Sensoren", maar wel naar "Automotive", "Special Functions" en "Consumer Products". Het zal duidelijk zijn dat een vloeistofniveau sensor, indien aanwezig, in één van deze drie categorieën te vinden moet zijn.

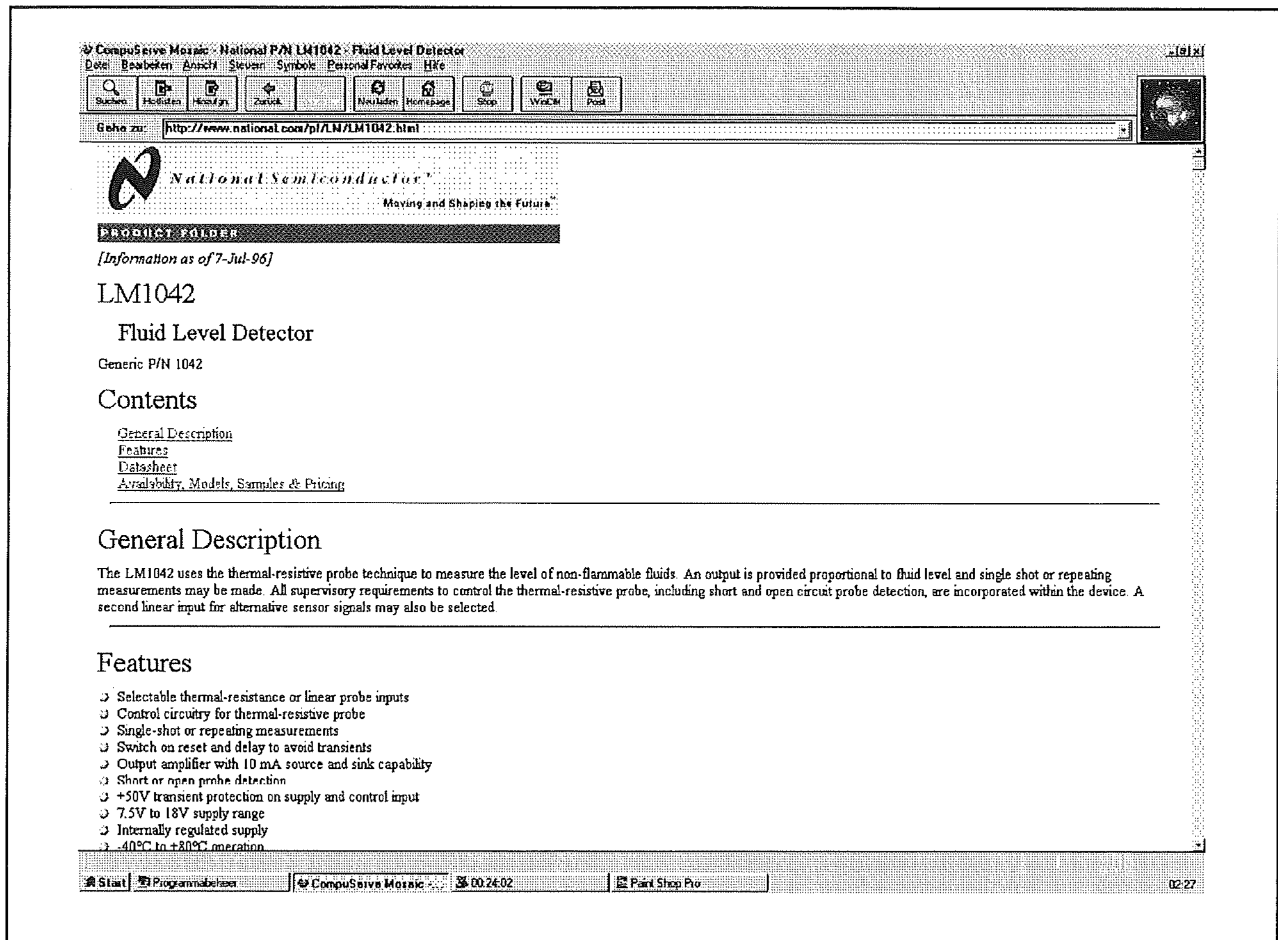
Gevonden!

Na enige mislukte zoekacties in de categorieën "Special Functions" en "Consumer Products" blijkt dat het gezochte te vinden is onder het kopje "Automotive". Wel logisch, in feite, want auto's en aanverwante voertuigen zijn plaatsen waar op diverse plaatsen het niveau van vloeistoffen in tanks of containers in de gaten gehouden moet worden. Er blijkt informatie aanwezig over de LM1042, zie figuur 3/20.9-18. Naast een korte algemene beschrijving van deze sensor is er ook een optie "Datasheet" aanwezig. Na het aanklikken van deze optie meldt CompuServe Mosaic dat het datasheet in een 170 kB grote file zit en dat deze in het Adobe Acrobat formaat staat.

Adobe Acrobat

Adobe Acrobat is een poging van de software ontwerper Adobe om een universeel pagina-beschrijvingsformaat door te drukken. Pagina's bevatten immers tegenwoordig niet alleen tekst, maar ook afbeeldingen en foto's.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-18: De WWW-pagina met de beschrijving van de vloeistofniveau sensor LM 1042.

De ene publicist maakt zo'n pagina op met WordPerfect, de andere met Word en nog een derde met Ventura. Wie al deze pagina's weer wil inlezen, moet dus een uitgebreide batterij programma's ter beschikking hebben. Met Adobe's Acrobat moet dit tot het verleden behoren. Acrobat beschrijft een aantal protocollen, waaraan pagina's, tekst en illustraties moeten voldoen.

De Acrobat-files kunnen allemaal ingelezen en uitgeprint worden met het programma Acrobat Reader, dat gratis door Adobe ter beschikking wordt gesteld. Het grote voordeel is dat Acrobat alle elementen van een publicatie, dus tekst, illustraties en foto's, als van elkaar los staande gegevens behandelt. Uit een Acrobat-document kan men op een heel eenvoudige manier bijvoorbeeld alleen de tekst uitprinten of een bepaalde illustratie op schijf zetten. Maar natuurlijk kunnen ook de vòlledige pagina's of het volledige document worden geprint. Acrobat-files zijn te herkennen aan het achtervoegsel ".PDF".

Vandaar dat het zo vreemd was dat achter de PDF-documenten in de Philips databank alleen een grafisch plaatje schuil ging. Nog in opbouw, Philips? Overigens is er geen man over boord als men de Acrobat Reader niet heeft. Men kan het uit de WWW-pagina's van National Semiconductor laden.

Na het downloaden van de file "LM1042.PDF" en het opstarten van de Acrobat Reader, blijkt dat dit document uit acht pagina's bestaat en alle gegevens bevat die een ontwerper nodig heeft om met de LM 1042 te kunnen werken. In feite heeft men het volledige "papieren" data-sheet van de LM 1942 omgezet in Acrobat-formaat en in de data-bank gezet. In figuur 3/20.9-19 is, ter illustratie, het intern blokschema van de LM 1042 uit de document-file gehaald en als TIF-file via "Paint Shop Pro" uitgeprint.

Conclusie

Is het Internet nuttig voor de elektronicus?

Het antwoord op die vraag kan een volmondig "ja" zijn! Het Internet is een overvolle bron van nuttige informatie voor de elektronicus.

Weliswaar zal men af en toe behoorlijk moeten zoeken om de gewenste informatie te vinden en als een echte nazaat van Sherlock Holmes het spoor voetje voor voetje moeten volgen, maar er zullen maar weinig onderwerpen zijn, waarover het Internet in gebreke blijft.

Is CompuServe nuttig voor de elektronicus?

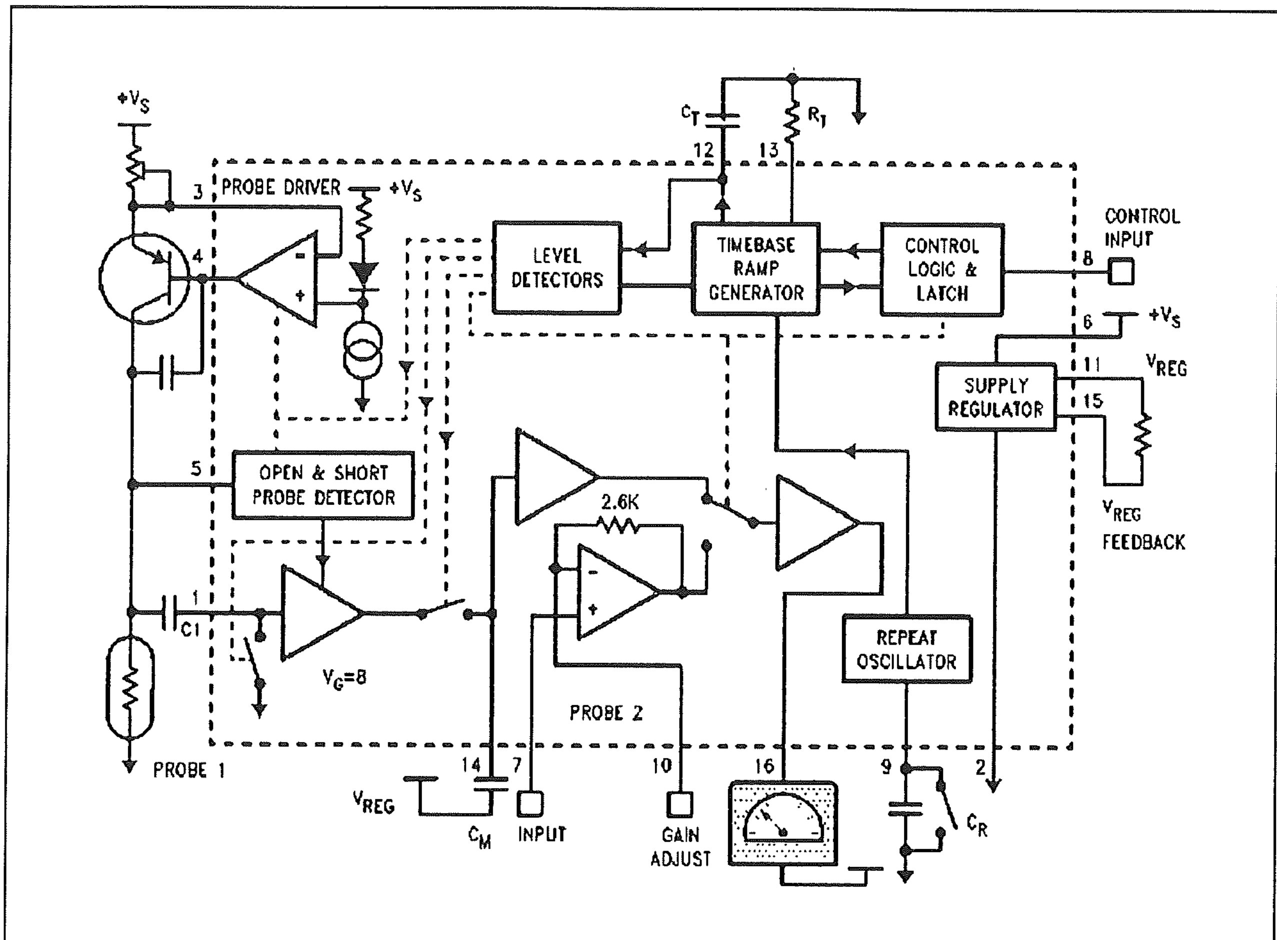
Dat is een beetje een moeilijke vraag. Wie op hoog niveau wil "chatten" met ontwerpers van systemen en aanbieders van producten, vindt op CompuServe voor ieder product wel een geschikt forum. Anderzijds lijkt het er op, dat de meeste fabrikanten al hun energie stoppen in het verder ontwikkelen en uitbreiden van hun WWW-sites en hun CompuServe activiteiten op een laag pitje zetten.

Wat nog meer kan met het Internet

De drie in dit hoofdstuk besproken voorbeeldjes zijn natuurlijk niet meer dan het topje van de ijsberg. Het Internet heeft de elektronica doe-het-zelver nog heel wat meer te bieden. Een greep:

- Downloaden van software
  Tegenwoordig is serieuze elektronica-beoefening nauwelijks nog denkbaar zonder software. Er bestaan programma's voor het tekenen van schema's, voor het ontwerpen van printen, voor het doorrekenen van schakelingen, voor het simuleren van ingewikkelde digitale schakelingen, voor het emuleren van EPROM's, PLD's en programmeerbare array's. Deze software is over het algemeen peperduur. Maar een heleboel fabrikanten biedt via het Internet gratis demo-versies van hun producten aan. Soms zijn dat volledig werkende programma's, waar alleen een paar onmisbare functies, zoals het saven van files, uitgeschakeld zijn. Soms zijn dat "uitgeklede" versies van hun programma's, die weliswaar alle functionaliteit bieden, maar die beperkte mogelijkheden hebben. Een demo-versie van het printontwerp-programma "Protec" laat bijvoorbeeld toe printen te ontwerpen met maximaal 50 componenten. Volledig ongeschikt voor de professionele ontwerper, maar goed genoeg om de doe-het-zelver inzicht in en ervaring met dergelijke mooie programma's te geven.
- Onderdelen bibliotheken
  Tegenwoordig worden schema's volledig ontworpen en doorgerekend met de computer.
  Daarvoor is het natuurlijk noodzakelijk dat de software volledig op de hoogte is van alle specificaties van alle mogelijke onderdelen.

20.9 Internet en de elektronicus



Figuur 3/20.9-19: Het blokschema van de LM 1042, afgezonderd uit het Acrobat-document en via een grafisch programma uitgeprint.

Bij een pakket zoals "Spice", de absolute markleider op dit gebied, worden uitgebreide onderdelen bibliotheken geleverd. Maar natuurlijk bevatten deze niet de specificaties van de allernieuwste componenten. De meeste IC-fabrikanten bieden via het Internet volledig gratis update's aan, waarin de specificaties van hun nieuwste IC's opgenomen zijn en die zonder problemen in programma's als "Spice" en de vele compatibelen gebruikt kunnen worden.

– Internationale standaarden

De internationale markt van elektronica en computers vereist steeds meer standaardisatie. Dus bestaan er een heleboel normen en standaarden, waar alle fabrikanten geacht worden zich aan te houden. Alle internationale en nationale normerings-instituten zijn op het Internet aanwezig en bieden "papers", documenten, aan waarin deze normen worden verklaard en toegelicht. Natuurlijk zijn al deze teksten in het Engels opgesteld.

Nuttige Internet-adressen

Tot slot van dit hoofdstuk enige voor de elektronicus zeer nuttige Internet-adressen. Let er echter wél op dat Internet voortdurend in beweging is en informatie

20.9 Internet en de elektronicus

soms niet lang op dezelfde plek blijft staan. Fabrikanten, die heel voorzichtig beginnen met een paar tientallen pagina's, gehuurd van een provider, besluiten op een bepaald moment zelf het net op te gaan. Het gevolg is dat alle UTP's van pagina's opeens niet meer geldig zijn.

- ftp.iastate.edu/pub/pc/pspice
  Van deze site is een demo-versie van het ontwerpprogramma "Spice" te downloaden.
- http://www.sony.com
  Biedt een uitgebreid overzicht van alle Sony producten en diensten, zoals software informatie, product informatie, maar ook informatie over films en acteurs/actrices van alle films waarvan de rechten in het bezit zijn van Sony.
- http://www.semi.harris.com
  Informatie over alle IC's die door Harris Semiconductor op de markt worden gebracht.
- http://www.analog.com
  Uitgebreide informatie over alle producten van Analog Devices, met een eigen zoekstructuur en uitgebreide data-sheets die als Acrobat-files ter beschikking staan. Verder onderdelenbibliotheken voor Spice.
- http://www.isologic.com
  Informatie over het complete leveringsprogramma van de IC-fabrikant LSI Logic.
- http://www.leo.org/demap/
  Een Duitstalige data-bank, waarvan men onder meer een lijst kan downloaden met alle WWW-adressen van alle Duitse en Oostenrijkse Internet-servers.
- http://www.info.itu./ch/
  Deze WWW-site van de "International Telecommunication Union" zal vooral interessant zijn voor zendamateurs en voor allen die in telecommunicatie geïnteresseerd zijn, dank zij de veel nuttige informatie over telecommunicatie standaarden.
- http://www.siemens.de
  De Duitse WWW-site van Siemens levert niet alleen product-informatie, maar ook veel nuttige achtergrond-informatie over alle bereiken van wetenschap en techniek, waarin de laboratoria van dit grootste Duitse elektronica-concern aktief zijn.
- http://www.dirksen.nl/dirksen
  Informatie over de elektronica- en automatiseringscursussen van dit Nederlandse bedrijf dat gespecialiseerd is in schriftelijke vakopleidingen.
- http://www.bit.nl/gdsvisueel
  Een site, waarmee men heel snel mooie films van printen kan laten maken door het bedrijf DGS Visueel. Met deze films kan men dan een foto-gevoelige printplaat belichten.
  De ontwerpen van een print moeten als PostScript-bestand via E-mail verstuurd worden, vier dagen later krijgt men de film thuis geleverd. De kosten bedragen slechts *f* 0,10 per vierkante centimeter.
- http://www.instrument.com
  Een site van Intelligent Instrumentation, met heel veel informatie over data-verwerking met de computer.
- http://www.tmo.hp.com
  Informatie van de meetinstrument tak van Hewlett Packard.
- http://www.hitex.com
  Demonstratie-versies van software-emulatoren voor 8051 en 80166. Verder een zeer uitgebreide data-base waar aan de hand van een ingevoerd typenummer van een IC informatie wordt gegeven over fabrikant en functie.
- http://www.cran.esstin.u-nancy.fr/cran/cran/esstin/fi3ldbus.html

20.9 Internet en de elektronicus

Een URL van de Universiteit van Nancy, met veel informatie over alle industriële veldbussystemen die in omloop zijn, informatie van laboratoria en onderzoek-projecten.

- http://www.cordis.lu
  In deze Luxemburgse data-bank treft men gegevens aan van bijna alle research-projecten, die in de Europese Gemeenschap lopen of in voorbereiding zijn. Interessante stof voor lezers/essen, die een algemeen wetenschappelijke belangstelling hebben, maar natuurlijk ook hier veel dat specifiek op de elektronica is toegespitst.
- http://www.cadsoft.de
  Informatie over de software van CadSoft voor het tekenen van schema's en het ontwerpen en routen van printen.
- http://www.maxim-ic.com
  Deze data-bank bevat een volledig overzicht van het leveringsprogramma van deze vaak zeer innovatieve Amerikaanse IC-fabrikant.
- http://www.tasking.nl
  Informatie over software ontwikkelgereedschappen voor microprocessoren en microcontrollers, zoals voor de SAB 80C166/167, de 8051 en de digitale signaal processoren van de 56xxx-familie.
- http://www.riceinfo.rice.edu/internet
  Een data-base die gerund wordt door studenten van de Rice-University in Houston, Texas. Een van de aantrekkelijkste files is de "Electronic Search FAQ". "FAQ" is het letterwoord voor "Frequently Asked Questions", vaak gestelde vragen. In dit geval gaat het over vragen op het gebied van elektronica en men kan met een zoeksysteem heel snel bij de onderwerpen komen waar de interesse naar uit gaat.
- http://www.cs.ruu.nl/cgi-bin/faqwais
  Een server van de Utrechtse Universiteit met een grote schat aan FAQ's over alle mogelijke technische onderwerpen.
- hppt://www.amd.com
  De data-bank van de IC-fabrikant Advanced Micro Devices, met data-sheet's en tabel-informatie over de modernste digitale schakelingen.
- http://www.intel.com
  Het hoeft geen nader betoog dat men hier alle gegevens vindt over de Intel-processoren, met onder andere talrijke voorbeeld-schakelingen.
- hppt://www.xs4all.nl/~feldman
  Dit is een privé data-bank, waar Intel niet zo blij mee is. In deze data-bank informatie over alle bekende, minder bekende en zelfs verzwegen bug's in de Intel-familie van processoren.
- http://www.halsp.hitachi.com
  Geeft een beschrijving van de SH- en H8-microcontrollers van Hitachi. Als bijzonderheid dient vermeld dat op deze data-bank een ontwerpwedstrijd wordt georganiseerd met 10.000 Dollar aan prijzen.
  De bedoeling is de meest originele toepassing te verzinnen rond een SH-microcontroller.
- http://www.chips.ibm.com
  Hiermee komt men rechtstreeks in de IC data-bank van IBM. Met natuurlijk veel aandacht voor de PowerPC-processoren.
- http://www.motorola.com
  Ook hier is de PowerPC een belangrijk onderwerp van de elektronische informatie-voorziening. Maar daarnaast gegevens over de gehele IC-lijn van deze fabrikant.
- http://www.ti.com/sc/docs/dsps/ds phone.htm

Een data-bank van Texas Instruments met alleen aandacht aan alle ontwikkelingen rond digitale signaal processoren. Met als extra een zogenoemd "Interactive DSP-Laboratory". Ontwerpers kunnen hun ontwerpen on-line omzetten naar een digitale signaal processor en het geheel, alweer on-line, debuggen.

- http://www./ultranet/com/biz/mchip
  Deze data-base, gerund door Microchip, is volledig gewijd aan de revolutionaire en tegenwoordig zeer populaire microcontrollers van de PIC-familie. De enige 8 bit controllers, die met een RISC-architectuur zijn uitgerust!
- http://www.xs4all.nl/~ganswijk/chipdir
  Deze Nederlandse server bevat een uitvoerige data-base van duizenden IC's, "Chip Directory" genoemd. Met zoekfuncties om snel het juiste type op te zoeken.
- ftp://ftp.ee.ualberta.ca/pub/cookbook
  Bevat het beroemde "Electronic Design Cookbook" onder digitale vorm, een lijst met talrijke schakeling-concepten en voorbeeld-schakelingen uit alle takken van de elektronica.

3/20.10
Het digitale ISDN-net

Inleiding

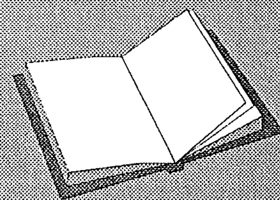
Van analoog naar digitaal

Jaren geleden was het wereldwijde telefoon netwerk volledig analoog. Technisch uitstekend geschikt voor het verzenden van de menselijke stem, die immers een zeer kleine bandbreedte heeft, maar in feite niet echt geschikt voor welke andere toepassing dan ook. Weliswaar kan men over dit analoge netwerk faxen versturen en computer-communicatie plegen, maar de digitale signalen van deze apparaten moeten eerst door middel van een modulator in analoge signalen (pieptoontjes) worden omgezet die nadien met behulp van een demodulator weer gedigitaliseerd worden. Het welbekende principe van de modem. De moderne data-communicatie stelt hogere eisen dan het analoge netwerk kan bieden. Dat is natuurlijk al lang bekend, maar het wereldwijd omschakelen van een analoog naar een digitaal netwerk is iets dat niet van vandaag op morgen klaar is! Vandaar dat het denken, uitwerken, afspreken en invoeren van een volledig digitaal netwerk reeds een tiental jaar aan de orde is.

Wat is ISDN?

ISDN is de afkorting van "Integrated Services Digital Network". Bij dit netwerk verdwijnt het verschil tussen transport van spraak- en dataverkeer. Spraak kan tegenwoordig immers op een vrij eenvoudige manier gedigitaliseerd worden en zodoende kunnen beide vormen van informatie als bitreeksen getransporteerd worden. In theorie staat, na het goed beheersen van de techniek voor de digitalisatie van spraak, niets de invoering van een volledig digitaal netwerk in de weg. Immers, in het analoge telefoonnetwerk zijn belangrijke delen van de infrastructuur al digitaal. De landelijke PTT's zijn reeds jaren geleden begonnen met het vervangen van de centrales met elektromechanische schakelaars door volledig digitaal werkende centrales. Dat was zelfs een voorwaarde om volledig te kunnen profiteren van de voordelen die het toonkiezen volgens de DTMF-techniek bood. In de meeste moderne landen is deze digitalisering van de centrales inmiddels voltooid. Alleen de "uiteinden" van een verbinding, de lijnen tussen de telefooncen-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.1
Hoofdstuk 3/20.8



trales en het toestel van de abonnee, zijn nog analoog. ISDN completeert de volledige digitalisering van het telefoonnetwerk.
De apparatuur bij de abonnee werkt ook volledig digitaal, waarmee een belangrijke stap gezet kan worden in de richting van betere en uitgebreidere dienstverlening.

Standaardisatie noodzakelijk
Uiteraard is een absolute voorwaarde voor een nieuw wereldwijd werkend digitaal telecommunicatie-net dat er bindende internationale afspraken worden gemaakt over de technieken, de protocollen, etc.
De ISDN-standaardisatie is eind jaren zeventig aangevangen, op het moment dat alle landelijke PTT's al volop bezig waren met het hart van hun infrastructuur te digitaliseren. De aanbevelingen die de internationale standaardisatie-commissie CCITT voor ISDN in 1984 vaststelde, zijn samengevat in de zogenoemde "rode boeken" als de "I-serie standaards". Na het vaststellen van deze aanbevelingen is verder gewerkt aan implementatie-standaards. Deze zijn nodig om de CCITT-aanbevelingen eenduidig te kunnen interpreteren en implementeren zodat ISDN-apparatuur van verschillende fabrikanten daadwerkelijk samenwerkt.

Euro-ISDN
Zoals uit het vervolg van dit verhaal zal blijken, was het op een bepaald moment zeer slecht gesteld met zelfs de Europese standaardisatie. De Europese Commissie (EC) heeft daarom in 1986 een gecoördineerde invoering van ISDN in alle lidstaten voorgesteld. Deze actie zou gebaseerd moeten worden op een Europese standaard, de zogenoemde "Euro-ISDN". Deze Euro-standaard is gedefinieerd door het aan de Europese Commissie verbonden "European Telecommunications Standards Institute" ETSI. De Euro-standaardisatie is echter een moeizaam proces gebleken! Implementatie van Euro-ISDN vanuit de diverse landelijke analoge netwerken is geen eenvoudige aangelegenheid, na alle bekende problemen rondom standaardisatie en Europese afspraken in het algemeen. Ook bij het standaardiseren van Euro-ISDN speelden politieke factoren en commerciële belangen een niet te onderschatten rol! Immers, alleen al in de Europese gemeenschap zijn meer dan 120 miljoen telefoonaansluitingen. De investeringen die de landelijke PTT's daarvoor moeten doen, bedragen 20 tot 30 % van de totale investeringen in het openbare net.

Invoering in Nederland
Euro-ISDN werd in 1989 in Nederland voor het eerst ingevoerd door middel van een paar kleine, overzichtelijke pilotprojecten. In 1991 werd ISDN in de vier grootste steden (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht) geïntroduceerd. Medio 1993 was ISDN beschikbaar voor alle abonnees die een driecijferig netnummer hebben. Eind 1994 was ISDN beschikbaar voor 95 % van de PTT-klanten. Eind 1995 kwam de service landelijk beschikbaar.

Wereldwijde invoering
Euro-ISDN en ISDN, die overigens in zoverre compatibel zijn dat het uitwisselen van gegevens op niet al te grote problemen stuit, zijn op dit moment in alle geïndustrialiseerde landen van de wereld ingevoerd als alternatief voor het analoge netwerk. Het kaartje van figuur 3/20.10-1 geeft een overzicht van de verspreiding van ISDN (licht grijs) en van Euro-ISDN (wit).

20.10 Het digitale ISDN-net

In Groot-Brittanië begon British Telecom in 1985 met de invoering van IDA, een voorloper van ISDN. Het verschil ten opzichte van ISDN is dat IDA slechts één datakanaal biedt, terwijl ook de signalering anders is. In 1991 kwamen de eerste ISDN-2 en ISDN-30 (zie later) aansluitingen beschikbaar. Deze ISDN-diensten maakten echter gebruik van een ander protocol (DASS-2) op het D-kanaal. Op dit moment is British Telecom bezig EURO-ISDN in te voeren.



Figuur 3/20.10-1: Het aanbod van ISDN (licht grijs) en Euro-ISDN (wit) over de aardbol *(bron: PTT Telecom).*

Frankrijk was er, zoals meestal met dit soort dingen, erg snel bij. In 1983 werd gestart met RENAN, een voorloper van ISDN. RENAN is nooit bedoeld om een zelfstandig net te worden: het was bedoeld om de markt ervaring op te laten doen met digitale transmissie. Er was slechts één datakanaal beschikbaar. De migratie naar ISDN was in 1987 een feit. Frankrijk heeft al vroeg aangekondigd snel een landelijke dekking voor ISDN na te streven: dit was 1990 het geval. Frankrijk probeert ISDN grootschalig in te voeren door een scherpe prijsstelling en "partnerships" aan te gaan met grote klanten. Frankrijk gebruikt weer een ander protocol (VN2) op het D-kanaal.

Duitsland startte haar eerste ISDN-pilot in 1987. Eind 1988 was in de acht grootste steden ISDN beschikbaar. In Duitsland zijn huurlijnen erg duur, waardoor ISDN snel een uitstekend alternatief werd. Bovendien wordt in Duitsland nog op grote schaal met pulsen gekozen, hetgeen vergeleken met ISDN zeer traag is. Duitsland gebruikt het 1TR6 protocol, maar is in 1993 gestart met de introductie van EURO-ISDN. 1TR6 wordt tot het jaar 2000 ondersteund.

België begon in 1989 met ISDN, in feite dank zij de druk van de in België goed vertegenwoordigde EG en NAVO. België gebruikt weer een ander protocol, namelijk Aline. ISDN is in België in twee fasen ingevoerd: de eerste fase betrof nationale ISDN die vanuit Brussel werd geboden. De tweede fase biedt ETSI-compatibiliteit en internationale koppelingen. België heeft tot nu toe de meeste internationale koppelingen.

In Amerika zijn twee soorten telecommunicatiebedrijven, lokale en interlokale. In 1987 zijn door een groot aantal lokale aanbieders ISDN-pilot's gestart. Deze pilot's waren niet compatible, waardoor er allemaal "ISDN-eilanden" ontstonden. De verwachtingen van de gebruiker waren hoger dan wat ISDN kon bieden, zodat de groei in 1991 compleet stagneerde. De lokale en interlokale aanbieders zijn toen

tot samenwerking overgegaan en hebben de ISDN-eilanden samengevoegd. In Amerika wordt "in-band-signalering" gebruikt, hetgeen betekent dat de signalering over de datakanalen plaatsvindt. Dit heeft tot gevolg dat er voor de data slechts 56 kb/s overblijft. Door deze afwijking zijn de internationale koppelingen lastiger te realiseren.
In Japan werd ISDN in 1988 geïntroduceerd onder de naam INS-net. Er werd slechts één soort apparatuur ondersteund, waardoor er geen eilandvorming optrad, zoals dit in Amerika het geval was. Japan baseerde zich op de standaarden zoals die toen door de CCITT voor buiten Europa gedefinieerd werd. Japan gebruikt daarom 56 kb/s kanalen. De primaire aansluiting bestaat uit 23 kanalen en wordt INS-1900 genoemd. De basisaansluiting wordt aangeduid met INS-64.
Australië introduceerde in 1989 eerst een primaire interface, met de naam "Macrolink". Deze aanpak komt overeen met de Australische markt, die gericht is op bedrijfscentrales. Aan de pilot deden dertien toonaangevende bedrijven mee, waaronder vijf aanbieders van ISDN-apparatuur. Hierdoor werd ISDN snel geaccepteerd en kwam er ook snel een divers aanbod van ISDN-apparatuur op de markt. Vanaf medio 1990 is in Australië ook een basisaansluiting beschikbaar, onder de voor de hand liggende naam "Microlink".

Basis-principes van ISDN

Gegevens en besturing gescheiden

De voornaamste eigenschap van ISDN is dat het versturen van gegevens en besturingssignalen via *gescheiden lijnen* gaat. De digitale gegevenskanalen worden "B" genoemd, de besturingskanalen "D". De "B" is de afkorting van "Bearer", de D van "Delta". De belangrijkste taak van het D-kanaal is signalering. Over het D-kanaal wisselen de abonnees besturingsinformatie uit met het netwerk, met de centrales en met elkaar. Het D-kanaal wordt bijvoorbeeld gebruikt om kiesinformatie te versturen teneinde een verbinding op te zetten over een van de B-kanalen. Ook belsignalen en kiestonen worden door het netwerk naar de gebruiker gestuurd over de D-kanalen. Daarnaast kunnen andere signalen uitgewisseld worden, zoals het nummer van degene die belt, de kosten van het gesprek, etc. Deze vorm van signalering wordt "buitenband-signalering" en in het Engels "out-band signalling" of "common channel signalling" genoemd. Deze techniek vormt een groot verschil met het analoge telefoonnetwerk waar signaleringsinformatie, zoals kiestonen, belsignalen en kostenpulsen in de spraakband worden getransporteerd en dus, zonder speciale maatregelen, hoorbaar zouden zijn. Naast signaleringsinformatie kan het D-kanaal gebruikt worden voor pakketgewijze datacommunicatie (volgens X.25 protocol). De genoemde functies maken het protocol van het D-kanaal natuurlijk tamelijk ingewikkeld vergeleken met de eenvoudige "inband-signalling" van het analoge telefoonnet.

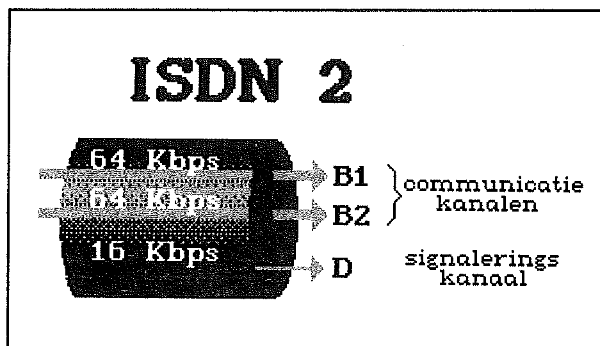
ISDN-2 en ISDN-30

Abonnees kunnen twee verschillende ISDN-aansluitingen krijgen:
- ISDN-2;
- ISDN-30.

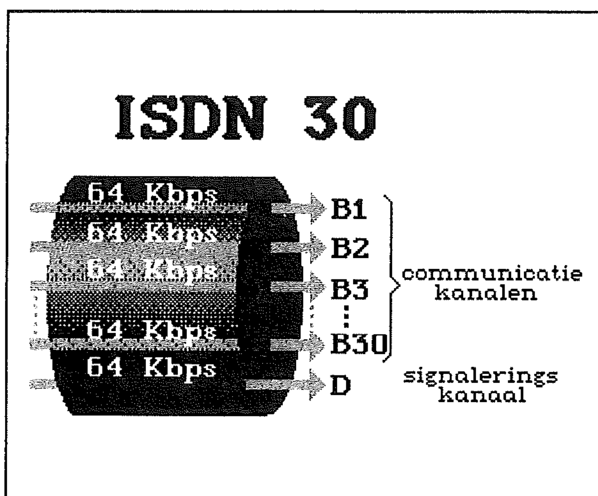
De structuur van een ISDN-2 aansluiting is geschetst in figuur 3/20.10-2. Deze "normale" ISDN-aansluiting biedt twee B-kanalen met een snelheid van 64 kb/s en

20.10 Het digitale ISDN-net

één D-kanaal met een snelheid van 16 kb/s. Vandaar de veelvuldig gebruikte aanduiding "2B+D". Een dergelijke 2B+D aansluiting wordt ook wel "Basic Rate Access" (BRA) genoemd. Elk B-kanaal is geschikt voor telefonie of voor datacommunicatie. Feitelijk beschikt de abonnee dus over twee volwaardige lijnen. Dit betekent dat er twee verbindingen tegelijk en onafhankelijk van elkaar beschikbaar zijn.



Figuur 3/20.10-2: De structuur van een ISDN-2 aansluiting.



Figuur 3/20.10-3: De structuur van een ISDN-30 aansluiting.

Voor grootgebruikers zijn er andere mogelijkheden om op het ISDN- netwerk aan te sluiten, namelijk ISDN-30 of 30B+D. Deze aansluiting wordt "Primary Rate Interface" (PRI) genoemd en bestaat, zoals voorgesteld in figuur 3/20.10-3, uit 30 B-kanalen van 64 kb/s en één D-kanaal, eveneens met een capaciteit van 64 kb/s. Een dergelijke aansluiting wordt gerealiseerd met een 2 Mb/s verbinding tussen abonnee en netwerk.

H-kanalen
Naast de "primary"- en "basic"-rates voorziet ISDN ook in een aantal snelle H-kanalen met transmissie snelheden van:
- H0: 384 kb/s;
- H10: 1.472 kb/s;
- H11: 1.536 kb/s;
- H12: 1.920 kb/s.

Deze H-kanalen ontstaan door een aantal B-kanalen samen te laten werken. De techniek die hiervoor gebruikt wordt heet "Non-Facility Associated Signaling", oftewel "NFAS". Eén H0 kanaal bestaat dan uit zes B-kanalen die volgens een ingewikkeld technisch procédé samenwerken aan de verzending van de digitale signalen. Voor H12 worden alle dertig B-kanalen van een ISDN-30 ingeschakeld. Deze kanalen zijn bedoeld voor toepassingen die meer bandbreedte nodig hebben dan een B-kanaal kan bieden. Denk bijvoorbeeld aan hoge kwaliteit video- en beeldoverdracht, muziek, datatransport met hoge snelheid, etc.

De geïntegreerde dienstverlening van Euro-ISDN
Euro-ISDN benut alle mogelijkheden van digitalisering. Telefoontoestellen, faxapparaten, PC's en LAN's kunnen via een aansluiting op een openbare ISDN-infrastructuur wereldwijd communiceren. De ISDN-centrale is dan de spin in het dienstverleningsweb.
In Euro-ISDN worden drie categorieën diensten onderscheiden:

20.10 Het digitale ISDN-net

- dragerdiensten ("bearer services");
- tele-diensten ("teleservices");
- aanvullende diensten ("supplementary services").

Dragerdiensten zijn de basisvoorzieningen die informatietransport mogelijk maken. De belangrijkste dragerdiensten die gestandaardiseerd worden, zijn:
- circuit-mode met een snelheid van 64 kb/s, zonder restricties;
- circuit-mode voor de overdracht van audio met een maximale bandbreedte van 3,1 kHz, de standaard analoge telefonie-kwaliteit;
- packet-mode, voor datatransport over de B- en D-kanalen;
- circuit-mode met een snelheid van 64 kb/s voor spraakverkeer.

Tele-diensten maken gebruik van de dragerdiensten, zodat voor de gebruiker een zinvolle communicatiedienst kan worden gedefinieerd. Tele-diensten vragen om standaardisatie opdat apparaten van twee ISDN-abonnees met elkaar om kunnen gaan. De volgende telediensten zijn binnen Euro-ISDN gestandaardiseerd:
- telefonie volgens standaard kwaliteit met een bandbreedte van 3,1 kHz;
- telefonie met betere kwaliteit dank zij een bandbreedte van 7 kHz;
- groep-4 faxverkeer;
- ISDN beeldtelefonie;
- ISDN videotex.

Intelligente randapparatuur speelt een belangrijke rol bij het realiseren van deze ISDN-diensten. ISDN-terminals kunnen over het D-kanaal een "handtekening" meesturen, waardoor het mogelijk wordt dat eenzelfde soort ISDN-terminal aan de ontvangende kant wordt geactiveerd. Zo zal een groep-4 fax-apparaat alleen antwoorden op een oproep van een andere groep-4 fax zonder dat de spraakterminal gaat rinkelen!

Aanvullende diensten zijn onder andere:
- weergave nummer van oproeper (CLIP);
- blokkering weergave nummer (CLIR);
- toestel verplaatsing (TP);
- direkt doorkiezen (DDI);
- meervoudig abonneenummer (MSN);
- oproep aankondiging (CW);
- wachtstand (HOLD);
- drie-gesprek (3PTY).

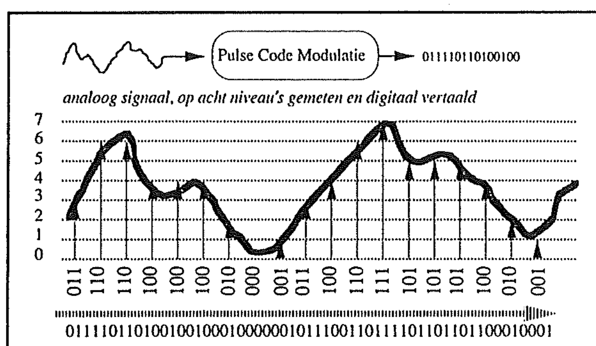
Digitale spraak als middelpunt

Zoals blijkt uit de drager- en tele-diensten, speelt spraakverkeer toch nog steeds een hoofdrol bij ISDN en dan wel de spraak op het kwaliteitsniveau het huidige telefoonnet: een bandbreedte van slechts 3,1 kHz! Wie dus denkt dat ISDN een betere kwaliteit spraak levert, heeft het mis! Spraak moet daartoe door het ISDN-toestel gedigitaliseerd worden. De analoog naar digitaal omzetting verschuift van de telefooncentrale, waar de digitalisering bij het analoge PTT-net plaats vindt, naar de abonnee! Spraak wordt digitaal getransporteerd in een van de B-kanalen. De gebezigde coderingstechniek is gebaseerd op PCM, afkorting van "Pulse Code Modulation".

Bij PCM wordt, zie figuur 3/20.10-4, het analoge spraaksignaal bemonsterd en van ieder monstertje wordt de grootte omgezet in een bepaalde digitale code. In het getekende voorbeeld worden slechts drie bits toegepast, waarmee in totaal acht verschillende signaalgroottes gemeten kunnen worden. Nadien worden deze bitinhouden achter elkaar onder seriële vorm over één ader verzonden. Uiteraard is het beschikken over slechts acht grootte-definities volledig onvoldoende om spraak te digitaliseren. Voor de bij ISDN vastgestelde doorlaatband van 300 Hz tot 3,1 kHz, goed genoeg voor het verstaan-

20.10 Het digitale ISDN-net

baar weergeven van de menselijke stem, blijkt dat men 64.000 bits per seconde nodig heeft om het analoge signaal weer te kunnen reconstrueren zonder aantasting van de kwaliteit. Dit simpele natuurkundige gegeven is dus de reden voor de 64 kb/s bandbreedte van de B-kanalen van ISDN!



Figuur 3/20.10-4: Het bemonsteren van een analoog signaal en omzetten in digitale codes door middel van PCM.

Smalband- en breedband-ISDN

Beide systemen 2B+D en 30B+D behoren tot wat men noemt "smalband ISDN" of in het Engels "Norrowband-ISDN" (N-ISBN). Met hun data-overdracht van 64 kb/s zijn zij weliswaar veel sneller dan de meeste modem's, maar voor het verzenden van grote hoeveelheid informatie is deze snelheid te laag. De H-kanalen bieden hiervoor weliswaar een oplossing, maar meer dan een noodoplossing is dit niet! Vandaar dat men internationaal bezig is met het definiëren van een nieuwe versie van ISDN, die men "breedband-ISDN", "Broadband-ISDN" of kortweg "B-ISDN" noemt. Breedband is in dit verband een tamelijk vaag begrip, want volgend de officiële norm slaat breedband op *"een systeem dat transmissie-kanalen biedt met een snelheid die groter is dan deze die geleverd wordt door de primaire rates van N-ISBN"*. Het idee achter B-ISDN is een universeel netwerk op te zetten met een dusdanige capaciteit en flexibiliteit dat alle mogelijke soorten gegevens geïntegreerd kunnen worden in dit ene netwerk. De droom van dienstaanbieders is om met een consistente infrastructuur alle telecommunicatie-eisen en -wensen van alle gebruikers vervullen. In deze visie worden afzonderlijke netwerken voor distributie van radio- en televisieprogramma's (kabeltelevisie), specifieke datanetwerken, huurlijnen voor privé-netwerken allemaal overbodig.

CCITT heeft in het "blauwe boek" beschreven welke breedband-services voorstelbaar zijn die door B-ISDN ondersteunt moeten worden. Men onderscheidt twee serviceklassen: de interactieve en de distributie-diensten. Een overzicht van deze diensten geeft een goed idee van de mogelijkheden van B-ISDN:

- **Interactieve diensten:**
  - Videofonie en video-conferentie voor multimedia toepassingen, waarbij geluid, bewegende beelden en dokumenten overgebracht kunnen. Deze dienst kan zowel tussen twee als tussen meerdere aansluitingen werken.
  - Datatransport met zeer hoge snelheid, waarmee het snelheidsverschil tussen LAN en WAN zoals dit nu nog bestaat wegvalt.
  - Breedband vidiotext, waarmee het mogelijk wordt om informatie te raadplegen op een multimediale wijze: afbeeldingen van hoge kwaliteit met geluid en tekst.
- **Distributiediensten:**
  - Televisieprogramma's volgens bestaande normen en ook "high definition" TV volgens de 19:6 norm.

- Abonnee-TV.
- Muziek met CD-kwaliteit.
- Elektronische krant.

Uit bovenstaande blijkt dat de geprojecteerde mogelijkheden van B-ISDN zeer groot en pretentieus zijn: convergentie van alle diensten naar één aansluiting. De techniek zal uiteindelijk niet het probleem vormen, maar wél de kosten van invoering en de acceptatie door een publiek dat net heeft geïnvesteerd in N-ISBN.
Uiteraard eist B-ISDN een netwerk dat volledig uit glasvezelkabel is samengesteld, dus van abonnee tot abonnee.

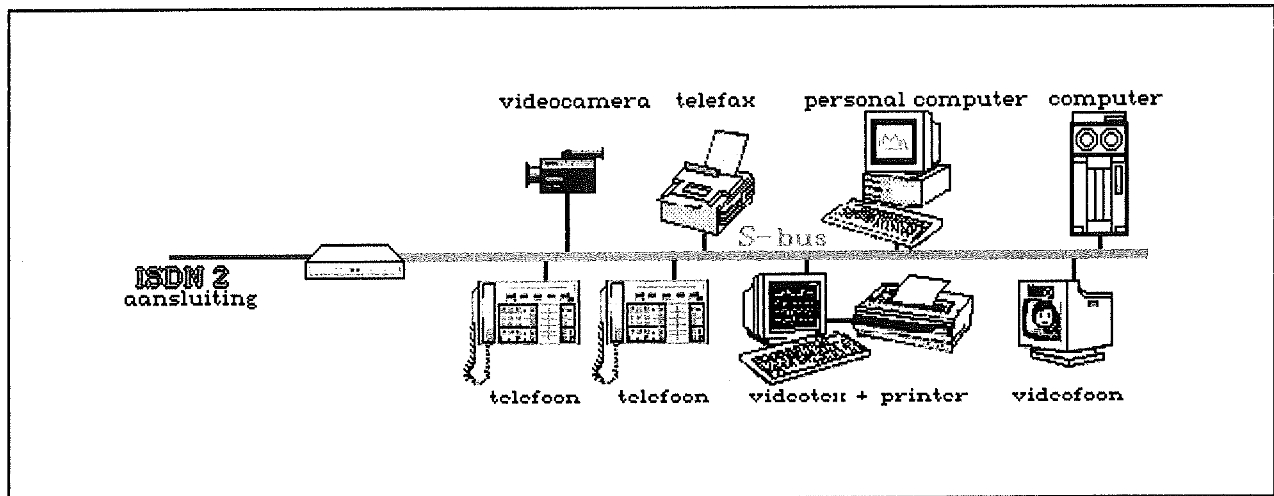
ISDN-2 in de praktijk

Inleiding
Inmiddels zullen de gebruikers het nog met N-ISBN moeten doen en in de meeste gevallen zal dit natuurlijk een ISDN-2 aansluiting zijn. In deze paragraaf worden de praktische mogelijkheden van een dergelijk abonnement besproken.
Helaas kan PTT Telecom om redenen van technische aard geen nummerbehoud garanderen voor wie omschakelt van het analoge netwerk naar ISDN. Als het technisch mogelijk is, kan men uiteraard het huidige nummer behouden. Indien dat niet kan zorgt PTT Telecom dat op het oude nummer een gesproken vermelding komt met een verwijzing naar het nieuwe nummer. Tevens kan men gratis nummerwijzeringskaartjes aanvragen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid tegen een geringe vergoeding het oude nummer te laten doorschakelen naar het nieuwe.
De belangrijkste eigenschap van ISDN-2 is dat het twee communicatie-kanalen per aansluiting biedt. Deze kunnen onafhankelijk van elkaar worden gebruikt voor spraak-, data- tekst- en video-overdracht. Bovendien zijn verschillende bestemmingen mogelijk. Het aangesloten randapparaat bepaalt de soort communicatie. Er wordt dan ook speciale ISDN-apparatuur verkocht.

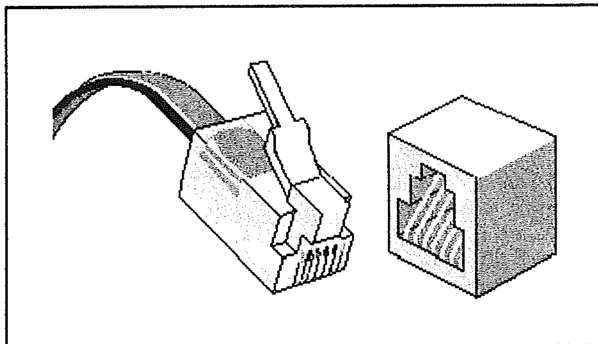
Channel Bundeling
"Channel Bundeling" is het samenvoegen van B-kanalen, meestal met als doel een hogere doorvoersnelheid te halen bij het communiceren met computers of Internet. Door bijvoorbeeld de twee kanalen van een ISDN-2 aansluiting te bundelen, kan een snelheid van 128 kb/s gehaald worden. Men kan dus in principe met ISDN-2 met 128 kilobit per seconde het Internet afsurfen! Dat kan echter alleen als de software "Channel Bundeling" ondersteunt en de Internet-provider ook. Een totaal-oplossing als het "Teles ISDN-pakket" ondersteunt "Channel Bundeling", zowel onder Windows als onder Linux.
De meeste providers ondersteunen Channel Bundeling echter (nog) niet.

S-bus en network terminator
Bij een ISDN-2 aansluiting wordt de ISDN-apparatuur op een zogenoemde S-bus aangesloten via een "network terminator". Deze bus is een vierdraads kabel, waarop maximaal acht apparaten (terminals genoemd) op aangesloten kunnen worden, zie figuur 3/20.10-5.
De twee communicatie-kanalen die ISDN-2 biedt kunnen, dank zij de S-bus, onafhankelijk van elkaar en gelijktijdig gebruikt worden. Het ene kanaal kan bijvoorbeeld gebruikt worden door een fax, het tweede door een telefoon. De apparatuur die is aangesloten op de S-bus kan echter niet onderling communiceren.

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-5: Een ISDN-2 aansluiting eindigt in een network terminator en wordt intern door middel van de S-bus met de ISDN-apparatuur verbonden.

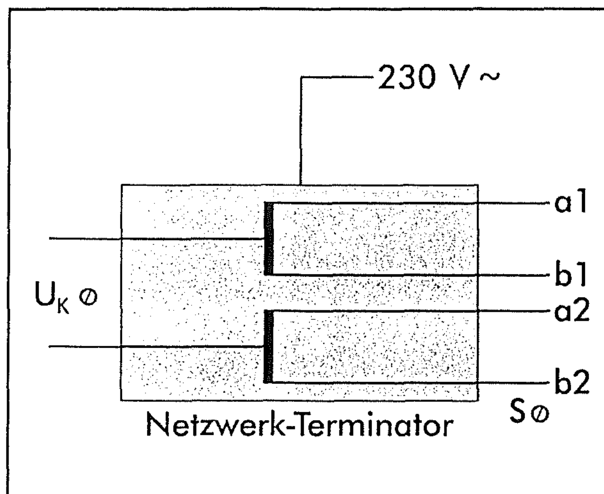


Figuur 3/20.10-6: De RJ-45 connector van de S-bus.

De interne bedrading

Bij de aanleg van een ISDN-2 aansluiting wordt door PTT Telecom een kastje geïnstalleerd, de reeds genoemde network terminator. Vanuit deze ISDN-aansluiting dient in huis een kabel te lopen waar telefoon, PC of fax op aangesloten kan worden, de ook reeds genoemde S-bus. In de meeste gevallen kan men daar de bestaande binnenbekabeling voor gebruiken, mits deze vier-aderig werd uitgevoerd. Als de PTT die zélf heeft aangelegd zal dat ongetwijfeld het geval zijn. Als men zelf twee-aderige verbindingen heeft aangelegd naar een tweede of derde telefoon en naar het PC-modem, moet deze bedrading vervangen worden door een vier-aderige. Aangezien ISDN-toestellen met een zogenoemde RJ-45 connector werken, zie figuur 3/20.10-6, zal men wél alle wandcontactdozen moeten vervangen.
Deze connector bevat acht contacten, waarvan er echter maar vier daadwerkelijk worden gebruikt. De S-bus gebruikt twee draden voor het verzenden van gegevens en twee draden voor het ontvangen van gegevens. Deze aderparen zijn symmetrisch ten opzichte van het aard-potentiaal opgebouwd, het is dus absoluut niet mogelijk uit bezuinigingsgronden de aarde als gemeenschappelijke retourleiding te gebruiken. De netwerk terminator kan blokschematisch voorgesteld worden door het schema van figuur 3/20.10-7. De inkomende leiding U_k wordt gesplitst in twee paren a en b. Het paar a is verantwoordelijk voor het transport van de gegevens van de netwerk terminator naar de aangesloten apparatuur, het b-paar verzorgt het data-transport in de andere richting.

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-7: Het splitsen van de inkomende ISDN-lijn in de twee aderparen a en b.

De aansluitgegevens van de gestandaardiseerde RJ-45 connector zijn geschetst in figuur 3/20.10-8. De aansluitcodering is als volgt:

- pen 3: signaal 2a;
- pen 4: signaal 1a;
- pen 5: signaal 1b;
- pen 6: signaal 2b.

Aansluiting oude apparatuur

Men zal zich natuurlijk de vraag stellen of oude apparatuur, bijvoorbeeld een fax, kan samenwerken met een ISDN-2 aansluiting. Oude analoge apparatuur kan inderdaad op een ISDN-2 aansluiting aangesloten worden.

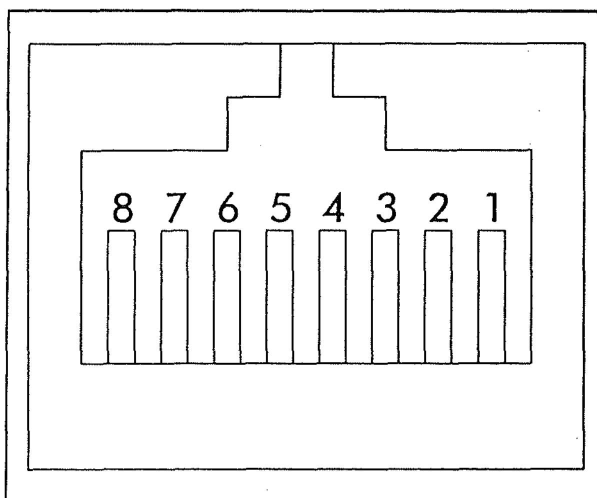
Daarvoor is echter een speciaal apparaatje nodig, de zogenoemde "terminal adapter", zie figuur 3/20.10-9. Dit zorgt ervoor dat de analoge signalen, die de analoge apparatuur verzendt, worden omgezet in de digitale codes die ISDN nodig heeft. Natuurlijk kan men met een oude fax geen gebruik maken van de voordelen die een ISDN-fax biedt.

Er worden verschillende soorten terminal adapters geleverd, zoals:

- analoge of A/B-adapters voor het aansluiten van traditionele telefoontoestellen;
- V.24 adapters;
- X.25 adapers;
- X.21 adapters.

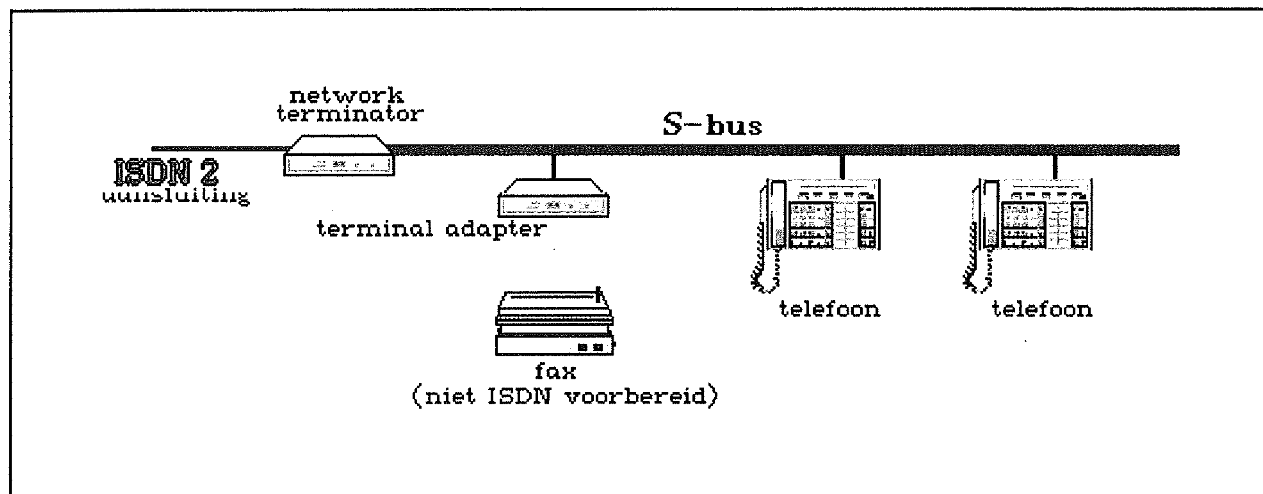
Er bestaat dus voor ieder analoog apparaat een aangepaste terminal adapter.

Een A/B-adapter is een klein apparaatje dat het mogelijk maakt om gewone (analoge) apparatuur te kunnen aansluiten op een ISDN-lijn. Denk hierbij niet alleen aan een gewone telefoon: ook een fax, antwoordapparaat, draadloos toestel of een centrale kunnen worden aangesloten door middel van de A/B-adapter. De A/B-adapter heeft de ISDN-lijn als ingang en twee standaard telefoonpluggen (model RJ-11) als uitgang. Er kunnen een of twee oproepnummers (afgekort MSN, hetgeen staat voor "Multiple Subscriber Number") worden toegekend aan de A/B-adapter. Een MSN is gewoon een telefoonnummer. Men kan bijvoorbeeld één nummer gebruiken voor spraak en het ander als faxnummer. Omdat men over twee lijnen beschikt, kan men dus tegelijk faxen en bellen.

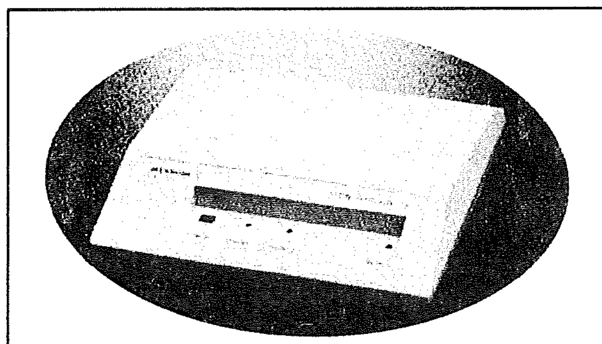


Figuur 3/20.10-8: De aansluitcodering van de RJ-45 connector.

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-9: Via een "terminal adapter" kan men oude analoge apparatuur op de S-bus aansluiten.



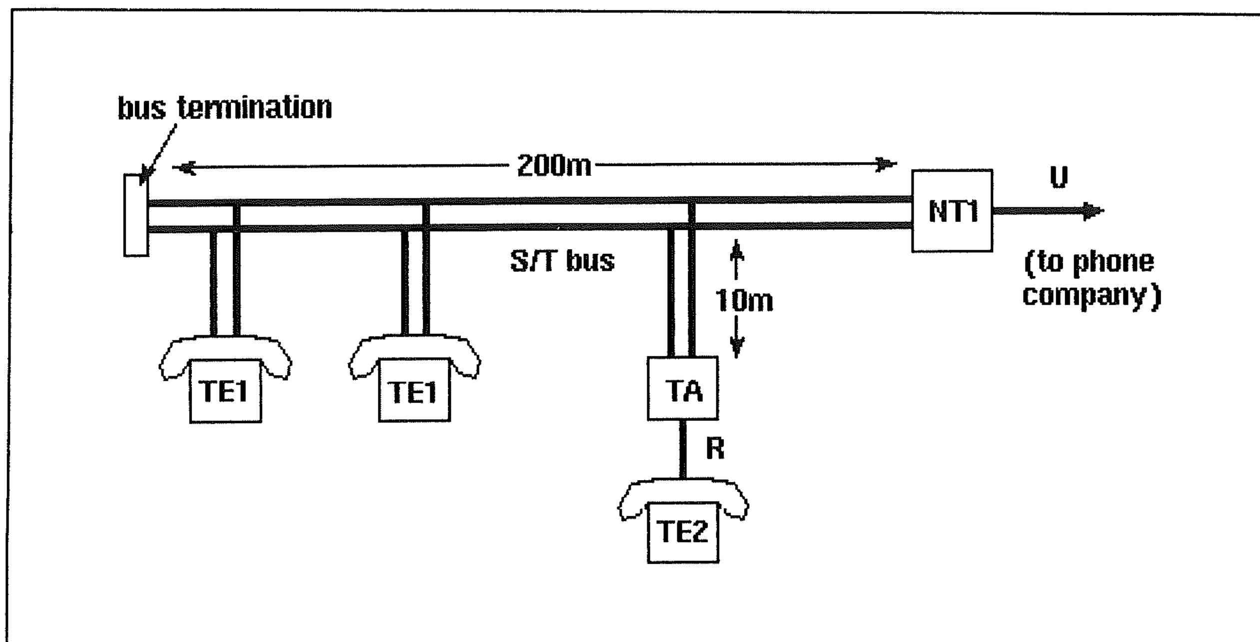
Figuur 3/20.10-10: De "Moduvox" van PTT Telecom.

Maar het is ook mogelijk om te bellen of gebeld te worden terwijl via ISDN een koppeling naar Internet actief is. De Nederlandse PTT Telecom heeft als A/B-adapter de zogenoemde "Moduvox" laten ontwikkelen, zie figuur 3/20.10-10, een digitaal naar analoog omzetter met twee uitgangen. De Moduvox kan zo geprogrammeerd worden met een telefoon dat het aangesloten apparaat een oproep krijgt afhankelijk van het nummer dat de beller gekozen heeft. Op deze manier kunnen eenvoudig verschillende telefoonnummer worden gebruikt voor fax, privé spraak, zakelijke telefoonverkeer en bijvoorbeeld data. Let wel op, de Moduvox is alleen een digitaal naar analoog omzetter! Er kan niet worden doorverbonden via de Moduvox. Er zijn in plaats van dit apparaat ook soortgelijke apparaten in de handel. De Tiptel 21 is hiervan een mooi voorbeeld. Wat betreft funkties biedt dit apparaat hetzelfde als de Moduvox alleen kan wél tussen de twee analoge uitgangen doorverbonden worden. Hoewel beperkt is de Tiptel 21 is de meeste gevallen een beter alternatief dan het apparaat dat PTT Telecom levert.

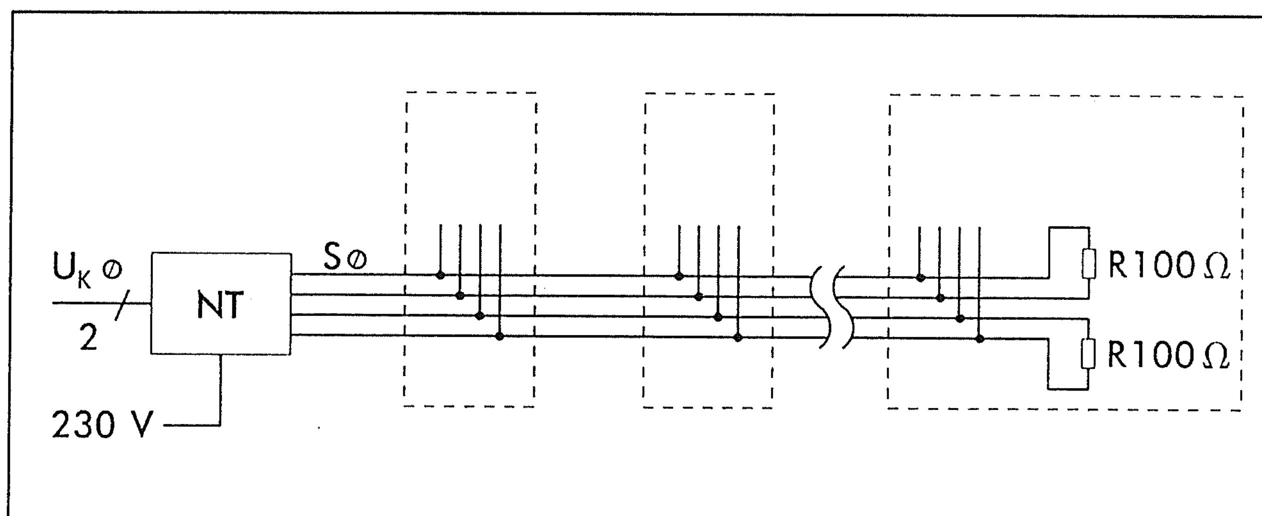
Bedradingslengtes en -soorten

Aan de maximale lengte van het interne netwerk worden grenzen gesteld, die zijn samengevat in figuur 3/20.10-11. Na de network terminator NT1 kan men maximaal 200 m S-bus bedrading aanleggen. Tussen de RJ-45 connector en een terminal adapter TA mag maximaal 10 m kabel aanwezig zijn. De S-bus moet worden afgesloten met een zogenoemde "bus termination", die zorgt voor de exacte afsluitimpedantie, zodat er geen signaal-echo's in de bedrading ontstaan. Deze bus termination bestaat uit twee weerstanden van 100 Ω, die volgens het schema van figuur 3/20.10-12 op de a- en b-paren aangesloten moeten worden.

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-11: De maximale lengtes van de bekabeling na de network terminator.



Figuur 3/20.10-12: Het aansluiten van twee 100 Ω weerstanden als afsluiting van de S-bus.

De vier-aderige kabel van de S-bus heet officieel "08/15-kabel". Deze bestaat uit vier soepele aders met een diameter van 0,4 of 0,6 mm. De kabel hoeft niet afgeschermd te zijn, want de normen schrijven niet eens voor dat deze afscherming ergens mee verbonden mag worden. Omdat afgeschermde kabel niet veel duurder is dan onafgeschermde wordt toch vaak afgeschermde kabel gebruikt.

Het voedingsprobleem

Een vaak onderschat probleem van ISDN is dat het netwerk ***niet in staat is zijn eigen volledig voedingsvermogen te leveren***! Het oude analoge PTT-netwerk werkt volledig

20.10 Het digitale ISDN-net

onafhankelijk van de stroomvoorziening. Zelfs als een verdeeltransformator de geest geeft en een hele wijk zonder netspanning komt te zitten, werken alle telefoons die op de PTT-lijn zijn geschakeld nog steeds. Dat komt doordat het oude twee-draads analoge netwerk op een ingenieuze manier zijn eigen voedingsspanning van ongeveer 60 V over deze twee draden transporteert en analoge telefoons nauwelijks voedingsvermogen vragen.
Bij ISDN ligt deze situatie heel anders. Het netwerk zélf vervoert géén voedingsspanning voor het onderhouden van het gehele interne netwerk. In de meeste gevallen wordt de network terminator met de netspanning verbonden en zorgt voor de voeding van alle aangesloten ISBN-apparatuur via de S-bus. Valt de netspanning weg, dan werkt het systeem niet meer.
Wel is het zo dat de ISDN-aansluiting voldoende vermogen aanvoert voor het voeden van één ISBN-apparaat. Het zal duidelijk zijn dat dit de primaire ISBN-telefoon moet zijn. De network terminator signaleert het wegvallen van de netspanning door de polariteit van de draden-paren voor zenden en ontvangen te inverteren. Alle niet-essentiële ISDN-apparatuur die op de S-bus is aangesloten zou op deze actie moeten reageren door zichzelf naar een "power down"-modus te schakelen. Het primaire vermogen dat wordt aangevoerd is dan net voldoende voor het in bedrijf houden van één ISDN-telefoon.
De standaarden die beschreven zijn in de "rode boeken" laten de mogelijkheid open om de vier ongebruikte contacten van de RJ-45 connector te gebruiken voor het transporteren van de voedingsspanningen van de aangesloten apparatuur. Technisch zou het dus heel eenvoudig zijn om via extra leidingen voedingsspanning, afkomstig van een UPS (Uninterruptible Power Supply), te verdelen. Op dit moment zijn daar echter een duidelijke praktische afspraken over gemaakt.

De ISDN-telefoon
Een ISDN-telefoon werkt digitaal en communiceert via de D-verbinding met de ISDN-centrale. Het gevolg is dat een ISDN-toestel veel meer mogelijkheden heeft dan de oude analoge soortgenoten. Bij het tot stand komen van een verbinding met een andere ISDN-abonnee wordt het nummer van de beller automatisch op het display gezet. Wordt de oproep niet beantwoord, dan onthoudt het apparaat het nummer van de opbeller en kan men later met één druk op de knop de verbinding alsnog tot stand brengen.
Sommige ISDN-toestellen worden met een data-aansluiting geleverd, zodat men een rechtstreekse koppeling tussen telefoon en computer kan aanbrengen.

Fax groep-4
De introductie van ISDN betekent de introductie van een nieuwe fax-norm, groep-4 genoemd. Met dergelijke apparaten kan men documenten verzenden met een resolutie van 400 dots per inch, zodat de ontvangen documenten een kwaliteit hebben die te vergelijken is met deze van een goedkope laserprinter. Een A4 vel kan met een fax-4 binnen vijf seconde verstuurd worden, terwijl een analoge groep-3 fax daar gemiddeld 35 seconde voor nodig heeft.

I-MUX
Niet alleen de hogere snelheid van ISDN is zeer interessant voor data-verkeer, maar ook de mogelijkheid om een tweede

64 kb/s verbinding bij te schakelen op momenten dat dit nodig is.
Dit wordt wel geïnverteerd multiplexen genoemd (I-MUX). In plaats van lage snelheden uit gebruikersapparatuur in een verbinding met hoge snelheid te "trechteren", verdeelt I-MUX een 128 kb/s verbinding over twee 64 kb/s verbindingen. Deze techniek wordt ook toegepast bij videoconferencingapparatuur waar de beeldkwaliteit verbeterd wordt door een tweede B-kanaal bij te schakelen.

ISDN-kaarten
Natuurlijk kan men ook de computer rechtstreeks met het ISDN-net verbinden. Daarvoor moet men dan wel een speciale uitbreidingskaart in de PC opnemen. Hiermee zijn alle bekende vormen van data-communicatie mogelijk, maar op een veel snellere manier dan met de oude analoge modems.

Video-conferencing
Via ISDN komen de mogelijkheden van video-conferencing binnen ieders bereik. Via de 64 kbit per seconde kan men, mits gecomprimeerd, "live" video-beelden versturen. Ook bestaat de mogelijkheid het aantal beelden per seconde te verhogen door de I-MUX technologie toe te passen. Het nadeel hiervan is natuurlijk wél dat de tweede lijn verloren gaat.
Als voorbeeld van de mogelijkheden van video-conferencing via ISDN worden de specificaties van de Teles VISION/B5 kaart in het kort besproken. Deze multimedia PCI ISDN-adapter heeft de onderstaande mogelijkheden:
- een framegrabber voor video;
- een geluidskaart voor geluid;
- een ISDN-adapter voor een zeer snelle en betrouwbare verbinding.

Deze kaart bevat dus alles wat nodig is voor multimedia-communicatie en videoconferenties op één PCI-kaart. Deze drie functies kunnen onafhankelijk van elkaar gebruikt worden, omdat er gebruik gemaakt wordt van standaard interfaces. De ISDN-adapter heeft standaard ondersteuning voor "Windows 95" middels een volledig 32 bit CAPI-driver. De framegrabber voor beeldondersteuning conformeert aan de meest gebruikte standaard "Video for Windows 95". Hiermee is het mogelijk om verschillende bijgeleverde programma's toe te passen die op deze standaard zijn afgestemd, zoals:
- Teles.Online PowerPack:
  Een zeer uitgebreide ISDN multimedia-pakket met zeer krachtige toepassingen.
- Netmeeting van MicroSoft:
  Een zeer populair vergaderprogramma op het Internet met nu ook live video.
- Video editing:
  Zonder de vaak noodzakelijke extra framegrabber kaarten. Snelheden tot 25 frames per seconde zijn mogelijk.

De Soundblaster-functie maakt het mogelijk .WAV bestanden met de "MediaPlayer" af te spelen, als ook op te nemen met de "Recorder".
Met de Teles VISION/B5-adapter kan men de huidige videosysteem (camera, recorder of camcorder) blijven gebruiken, of dit nu PAL, NTSC of SVHS is. Bij de kaart wordt ook een hoofdtelefoon-set meegeleverd. Men kan natuurlijk ook gebruik maken van de bestaande audioapparatuur (microfoon, luidsprekers, ed.).
Aangezien er gewerkt wordt volgens internationale standaarden op dit gebied zoals bijvoorbeeld H.320, kan men wereldwijd communiceren. Tijdens een videoconferentie kan men gezamenlijk een be-

stand op de PC bekijken, becommentariëren en bewerken. Aangezien er gewerkt wordt met de meest moderne compressietechnieken en datacompressie van beeld en geluid, kunnen de kosten laag gehouden worden. Er is slechts één ISDN-kanaal noodzakelijk voor het gelijktijdig verzenden van beeld en geluid. Het gebruik van twee gebundelde B-kanalen geeft uiteraard wel een betere kwaliteit.

Voordelen van ISDN-2

Snelheid

Naast de snellere data-communicatie biedt ISDN ook nog andere snelheidsvoordelen. Het opbouwen van een verbinding tussen twee ISDN-aansluitingen duurt maximaal 2 seconden, terwijl dat bij het analoge telefoonnet maximaal 15 seconde kan duren.

Aanvullende diensten

Dank zij de digitale communicatie kan het ISDN-netwerk diverse aanvullende diensten leveren. Deze zijn samengevat in de tabel van figuur 3/20.10-13.

Nummerweergave of -identificatie

Deze faciliteit heet officieel "Calling Line Identification" (CLI) en biedt de mogelijkheid het nummer te zien van de ISDN-abonnee die opbelt. Natuurlijk worden deze nummers ook ontvangen door een ISDN-kaart in de PC. Deze faciliteit kan softwarematig worden uitgebouwd tot een data-beveiliging. Men kan een data-bank aanleggen van ISDN-nummers die toegang tot de data-base mogen hebben en andere nummers uitsluiten van toegang. De andere kant van de CLI-medaille is het privacy-aspect. Het laatste woord is hier nog niet over gesproken. Per land zal moeten blijken hoe de CLI ingevuld gaat worden in de openbare netten. De faciliteit "Calling Line Identification Restriction" (CLIR) komt tegemoet aan de potentiële privacy-problemen van de CLI. Op twee manieren kan CLIR door de PTT's worden aangeboden. In het ISDN-abonnement zou een abonnee kunnen aangeven of hij de CLI afgebeeld wil hebben bij opbellen of niet.

AANVULLENDE ISDN -DIENSTEN

TYPE	AANVULLENDE DIENSTEN
Weergave	Nummerweergave Blokkeren van nummerweergave
Blokkeringen	Blokkering 06-nummers Blokkering inkomende doorgeschakelde oproepen
	Toestelwisseling Standaard een communicatienummer
Bereikbaarheid	Oproepaankondiging Gesprek in de wachtstand Direct doorschakelen
Kostenindicatie	Indicatie bij beëindigen communicatie Indicatie tijdens en bij beëindigen communicatie
Adressering	Extra ISDN nummers Subadressering
	Groepsnummerfaciliteit
	Doorkiesfaciliteit Nummerblokken van 10, 100, 1000 of 10.000 nummers

Figuur 3/20.10-13: De extra diensten die een ISDN-aansluiting biedt.

Toestel wisseling

Bij een ISDN-2 aansluiting is het mogelijk bij een beantwoorde oproep het apparaat te verplaatsen naar een andere aansluitpunt op de S-bus. De verbinding zal niet onderbroken worden als het toestel binnen drie minuten weer met de S-bus verbonden wordt. De ISDN-gebruiker aan de andere kant van de lijn krijgt een mededeling te zien dat de telefoon even verplaatst wordt naar een andere aansluiting op de bus. De faciliteit "toestel wisseling" kan zelfs door twee gebruikers gelijktijdig worden toegepast. Zij geven dan ieder een eigen codewoord op. ISDN zorgt er voor dat na het wisselen de verbindingen weer

aan de juiste gebruikers worden gekoppeld.

Oproep aankondiging
Deze faciliteit is beschikbaar op ISDN-2 netten. Als men in gesprek is krijgt men een signaal, bijvoorbeeld een bericht op het display van de ISDN-telefoon, dat een tweede inkomende oproep binnenkomt. Men beslist zélf of en wanneer men op deze tweede oproep reageert. Het "bezet zijn" van een lijn is dus bij ISDN zo goed als uitgesloten.

CCBS
Met de faciliteit "Completion of Calls to Busy Subscribers" (CCBS) zullen bij herhaalde vergeefse pogingen tot het sluiten van een ISDN-verbinding zowel de opgebelde als de opbeller door de ISDN-centrale worden opgeroepen, zodat de kans op een geslaagde verbinding zo groot mogelijk is.

Call Forwarding Unconditional
Met de "Call Forwarding Unconditional" (CFU) wordt het mogelijk telefoontjes automatisch door te sluizen naar een ander nummer. Deze faciliteit is ook bekend als "follow me". Bij verhuizing of bij tijdelijk verblijf elders kan zo de bereikbaarheid gehandhaafd blijven.

Kosten indicatie
Deze faciliteit biedt twee mogelijkheden:
- kosten indicatie bij de beëindiging van de communicatie;
- kosten indicatie tijdens de communicatie.

De kosten worden vermeld op het display van de ISDN-telefoon. Wel is het zo dat deze kosten zijn gebaseerd op de telpulsen die op het net worden gezet en niet geheel exact zijn. Natuurlijk worden op de factuur de kosten wel nauwkeurig per seconde afgerekend.

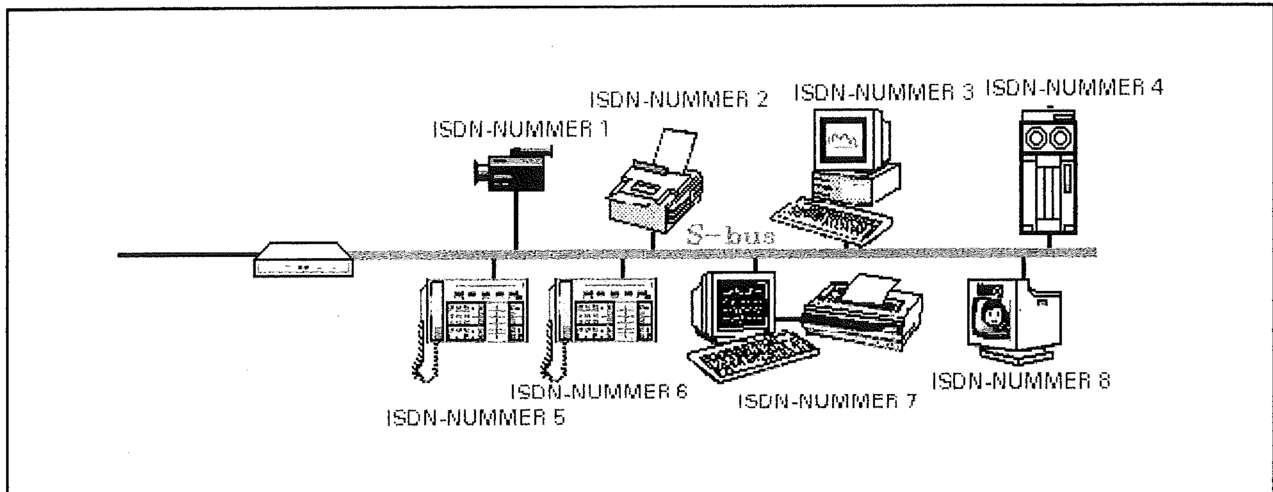
Multi Subscriber Numbers
Deze faciliteit (MSN) biedt de mogelijkheid extra ISDN-nummers aan te vragen. Per ISDN-2 aansluiting kunnen maximaal acht nummers worden gebruikt. Een van deze nummers wordt dan aangeduid met "standaard ISDN-nummer".
Met behulp van de extra nummers zijn de apparaten die op de S-bus zijn aangesloten afzonderlijk direct bereikbaar, zie figuur 3/20.10-14. Deze faciliteit biedt ongekende mogelijkheden. In principe is het mogelijk vanuit de computer een document rechtstreeks naar een printer te sturen die via geschikte apparatuur is aangesloten op de S-bus van een andere ISDN-abonnee.

Groepsnummer faciliteit
Met deze faciliteit kan men een aantal ISDN-2 of ISDN-30 aansluitingen combineren onder één groepsnummer. Al deze aansluitingen zijn dan met één nummer bereikbaar.

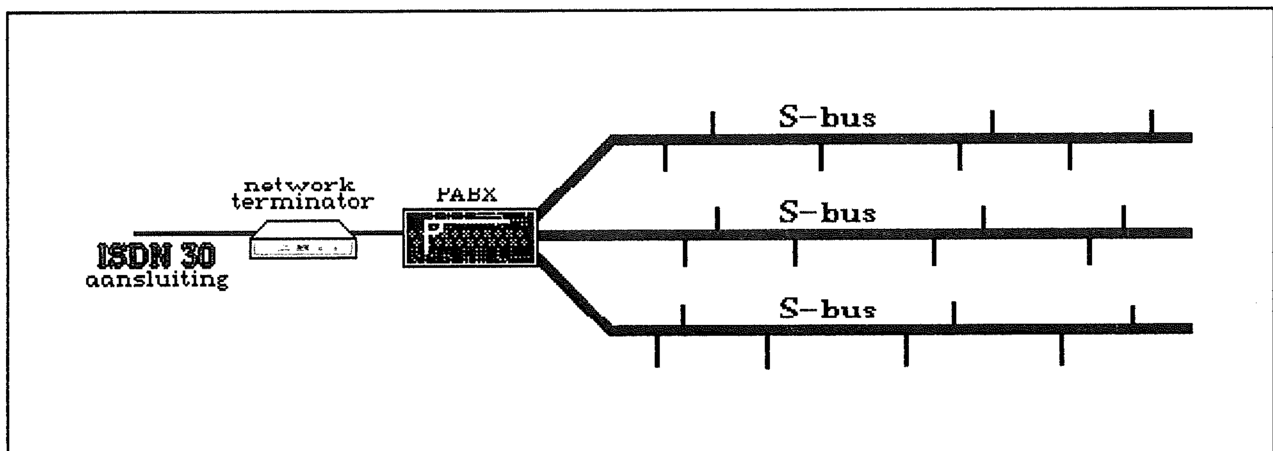
Doorkies faciliteit
Doorkiezen is een faciliteit die bij een ISDN-2 aansluiting geleverd kan worden. De aangesloten apparatuur kan rechtstreeks bereikbaar worden gemaakt vanuit het openbare net. Deze faciliteit kan worden toegepast op een bundel van ISDN-2 en ISDN-30 aansluitingen.

Digi-Access
Digi-Access is een nieuwe dienst van PTT Telecom, waarbij de mogelijkheden van het D-kanaal van een ISDN-aansluiting volledig benut worden en gebruikt worden voor een drietal nieuwe produkten:
- Digi-Access Pin:

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-14: De faciliteit "Multi Subscriber Numbers".



Figuur 3/20.10-15: De interne opbouw van een ISDN-30 aansluiting.

Een produkt waarbij elektronische betalingstransacties worden afgehandeld en bedoeld voor winkelbedrijven waarvan het aantal transacties per vestiging ligt tussen de 200 en 2.000 per maand.

- Digi-Access Alarm:
  Met behulp van dit produkt kunnen op een goedkope en efficiënte wijze alarmeringsberichten worden afgehandeld. Digi-Access Alarm is bedoeld voor bedrijven met een hoog veiligheidsrisico en vallen in de beveiligingscategorie AL-2.
- Digi-Access Standaard:
  Digi-Access Standaard is een alternatief voor bedrijven die nu gebruik maken van het normale telefonienetwerk voor korte datacommunicatie-berichten en snelheid als een vereiste zien.

Toepassingen waar de voordelen van Digi-Access volledig gebruikt kunnen worden zijn onder andere:
- EDI;
- Electronic Mail;
- logistiek verkeer;
- toegang tot databases;
- LAN Interconnect;
- telemetrie.

ISDN-30 in de praktijk

Grote afnemers

Een ISDN-30 aansluiting is uiteraard alleen interessant voor grote bedrijven. Na de network terminator komt een digitale interne telefooncentrale, PABX genoemd, zie figuur 3/20.10-15. Op deze centrale kunnen diverse S-bussen worden aangesloten.

PABX

Een voorname kwestie die bij ISDN-30 komt kijken is dat van de digitale telefooncentrales of PABX's. De grote telecommunicatie-fabrikanten bieden al lang zogenoemde privé-ISDN oplossingen aan met digitale toestellen. Gebruikers van een dergelijke centrales beschikken dan over ISDN-achtige functionaliteit. Deze produkten zijn echter grotendeels gebaseerd op fabrikantgebonden protocollen, waarbij moet worden aangetekend dat PABX-leveranciers als Philips, Ericsson en Siemens al het nodige aan volledig ISDN-compatibele centrales in hun produktlijnen hebben ingebracht. Zo zijn netlijn-interfaces leverbaar om aan te sluiten op het openbare ISDN-net waarbij de PABX verwordt tot een soort van netwerk terminator. Ook aan toestelzijde doet ISDN zijn intrede. Met name Philips was een voorloper bij de integratie van de S-bus in haar centrales, waardoor standaard ISDN-toestellen toegepast kunnen worden, die uiteindelijk goedkoper zullen zijn dan de eigen digitale toestellen die immers maar voor een beperkte markt worden gemaakt. Een derde aspect van ISDN in de PABX-wereld is het gebruik van ISDN-protocollen voor het onderling koppelen van telefooncentrales. Veel grote bedrijven hebben een aantal lokaties waar telefooncentrales zijn opgesteld. Door koppeling van deze centrales wordt een privé-telefoonnet gebouwd. Koppelprotocollen zijn in toenemende mate uit de ISDN-standaarden afkomstig.

Als voorbeeld van de mogelijkheden van een moderne PABX wordt de "Teles PBX" in het kort besproken. Teles is een grote leverancier van alles dat met ISDN te maken heeft en een bedrijf als de Nederlandse PTT Telecom bijvoorbeeld stopt in haar ISDN-pakketten veel producten van deze fabrikant. De Teles PABX'en kunnen worden onderverdeeld in de volgende categorieën:

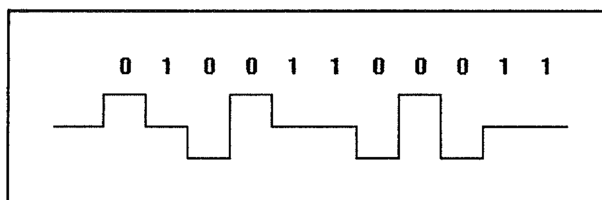
- De kleine PBX:
  Geschikt voor thuis en klein zakelijk gebruik.
- De PBX met of zonder interne S-bus:
  Ideaal voor de gebruiker die meer uit ISDN wil halen.
- 19" Rack:
  Modulair op te bouwen PABX ten behoeve van industriële PC-platformen.
- iPBX-boxen:
  De Teles iPBX boxen zijn echte ISDN-telefooncentrales. Als stand-alone systeem of gekoppeld aan een PC bieden zij, buiten de normale functionaliteiten van een standaard PABX, enkele unieke voordelen:
  - Analoge poorten:
    Sluit zonder enige beperking bestaande analoge apparatuur, zoals analoge telefoons, antwoordapparaten, faxen, etc. aan. Per poort kunnen drie analoge randapparaten worden aangesloten.
  - Telefoneren vanuit de PC:
    De gemakken van computer geïntegreerde telefonie staan volledig ter beschikking. Alle instellingen en functies zijn snel en gemakkelijk te bedienen vanuit de software.

20.10 Het digitale ISDN-net

Technische aspecten van ISDN

MAMI-codering

De signalen die over de S-bus lopen zijn gecodeerd volgens MAMI. Dit is de afkorting van "Modified Alternate Mark Invert". Het digitale MAMI-signaal is getekend in figuur 3/20.10-16. Hoge signalen ("H") worden voorgesteld door een gelijkspanningsniveau van 0 V. De lage digitale signalen ("L") worden voorgesteld door een signaalsprong naar ofwel een negatieve, ofwel een positieve spanning. Deze sprongen volgen elkaar op: de eerste "L" wordt vertaald naar een positieve spanning, de volgende "L" naar een negetieve spanning, etc. Deze afwisseling is zeer belangrijk, want op deze manier ligt het gemiddelde gelijkspanningsniveau op de lijn op 0 V, dit natuurlijk in de veronderstelling dat er een even aantal "L"-signalen wordt getransporteerd.



Figuur 3/20.10-16: Het verzenden van digitale signalen volgens de MAMI-codering.

Drie data-stromen over één lijn

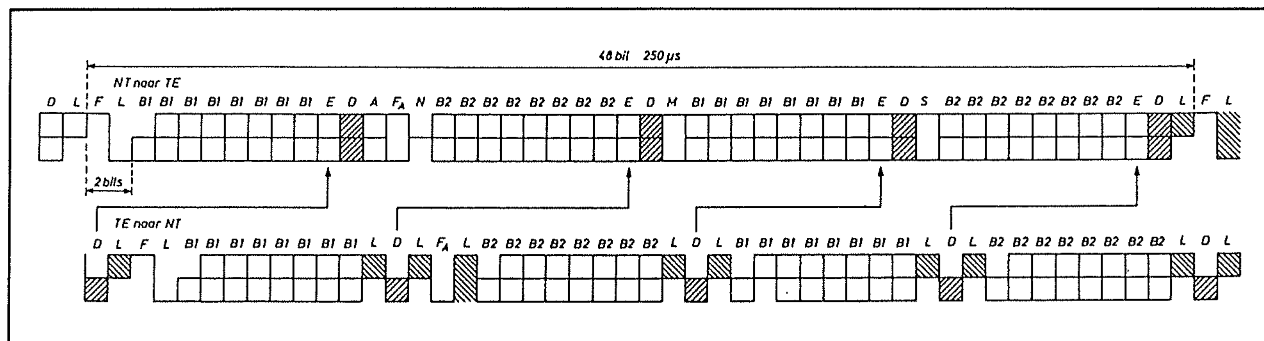
Een ISDN-2 aansluiting heeft twee datakanalen B1 en B2 en een signaliseringskanaal D. In wezen moeten er dus drie digitale gegevensstromen door de twee a-aders van de S-bus getransporteerd worden! Hetzelfde geldt natuurlijk in de andere richting, want via de b-aders moeten alle signalen van de twee ISDN-apparaten die gelijktijdig in bedrijf kunnen zijn naar de netwerk terminator worden verzonden. Een en ander vereist uiteraard een zeer slimme codering van de digitale signalen.

Bij ISDN-2 moet de S-bus in staat zijn de drie data-stromen zonder problemen te verwerken. Dat betekent dat deze bus 64 + 64 + 16 = 144 kb/s moet transporteren. Natuurlijk komen daar nog besturingssignalen bij, zodat de snelheid van de bus is gestandaardiseerd op 192 kb/s.

Om drie digitale gegevensstromen via één aderpaar te kunnen verzenden wordt beroep gedaan op een bekende techniek: packet-switching in data-frames. Dat wil zeggen dat de seriële data-stromen, afkomstig van de drie kanalen, wordt opgedeeld in kleine pakketjes, die achter elkaar in frames worden geplaatst. Op deze manier wordt toch een semi-continue stroom van de drie kanalen gegarandeerd. Door het invoegen van coderingssignalen kan de apparatuur alle gegevens identificeren en weer de volledige ononderbroken drie data-stromen samenstellen.

Elke ISDN-terminal ontvangt, via de frames, een 192 kHz kloksignaal dat is afgeleid uit de bij de netwerk terminal binnenkomende bitstroom en dat dient voor het synchroniseren van te verzenden en ontvangen data. Daarbij worden alle gegevens ingedeeld in frames die 48 bit bevatten, zie figuur 3/20.10-17. Van ISBN-apparaat richting netwerk (onderste tekening) bevat elk frame twee synchronisatiebits (F en F_A), twee B1-, twee B2-bytes en vier D-bits. Verder bevat elk frame een aantal L-bits die dienen om de gemiddelde gelijkspanning in het frame op nul te kunnen houden. Dat is zeer belangrijk vanwege de synchronisatie (zie verder).

20.10 Het digitale ISDN-net

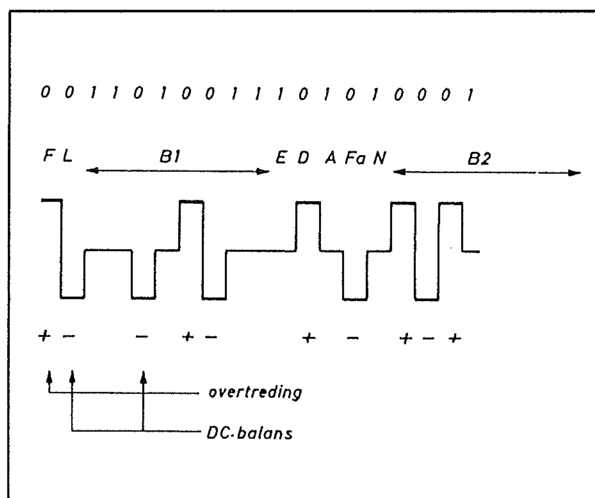


Figuur 3/20.10-17: De samenstelling van de frames waarin de gegevens van de twee B en het ene D-kanaal verpakt worden.

Het frame van de netwerk terminal naar de ISDN-apparaten (bovenste tekening) is vrijwel identiek aan zijn tegenhanger die in de andere richting gaat. Alleen zijn de vier L-bits bij de B1- en B2-bytes vervangen door een echokanaal (E). Hierin wordt de laatste in de andere richting verzonden data herhaald. Verder is voorzien in een multiframe-indicator (M), een activering- (A) en een reserve-bit S dat voorlopig niet in gebruik is.

De synchronisatie

De werking van de synchronisatie berust op het feit dat de afwisseling tussen negatief en positief gecodeerde nullen wordt overtreden, waardoor de gelijkspanningsbalans wordt verstoord. Dat begint al voor in het frame, waar het F-bit per definitie een positieve gecodeerde "L" is. Deze verschuiving van de gelijkspanningsbalans wordt direct gecompenseerd met een L-bit, dat derhalve negatief is. Het eerstvolgende bit met waarde nul zal echter negatief zijn, volgend op de positief gecodeerde F, zodat de balans opnieuw wordt verstoord. Een en ander is in detail getekend in figuur 3/20.10-18, waaruit duidelijk blijkt dat het begin van een frame kan worden herkend omdat twee maal achter elkaar een verstoring van de gelijkspanningsbalans in het signaal wordt geïntroduceerd. Het is deze opeenvolging van twee DC- overtredingen waarop wordt gesynchroniseerd. Omdat het bit F_A ook als nul is gedefinieerd, liggen deze twee verstoringen maximaal veertien bits uit elkaar, zie figuur 3/20.10-19.

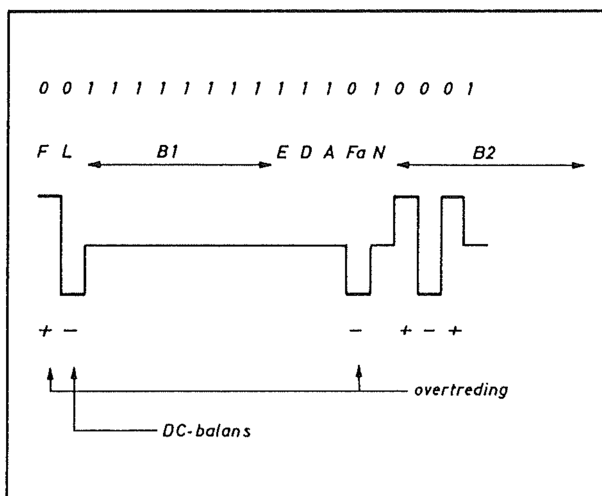


Figuur 3/20.10-18: Het detecteren van het begin van een frame door twee overtredingen van de gelijkspanningsbalans.

Het D-protocol

De eis die aan het D-kanaal wordt gesteld is dat het uiteraard moet worden gedeeld door alle op de S-bus aangesloten ISDN-terminals.

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-19: De maximale afstand tussen de twee overtredingen bedraagt 14 bit.

Om ervoor te zorgen dat geen botsingen kunnen optreden, kent het D-signaal een speciaal protocol. Behalve dat dit garandeert dat elk station correct toegang krijgt, voorziet het ook in het werken met verschillende prioriteiten. Het protocol maakt gebruik van het E-kanaal. Hierop wordt de gegevensstroom van D geechood. Elke ISDN-terminal volgt de gegevens op E en stopt met verzenden zodra hij constateert dat de binnenkomende gegevens verschillen van de bits die hij zélf heeft verzonden. De verschillende prioriteitsniveaus moeten ervoor zorgen dat elke terminal een gelijke kans krijgt om het D-kanaal te gebruiken. Dat wordt bereikt door een terminal zijn prioriteit te laten verlagen op het moment dat hij toegang tot het kanaal heeft gekregen. Dit vergroot de kans dat andere terminals slagen in hun poging om D te gebruiken. De communicatie kan alleen goed verlopen als er speciale frames worden gedefinieerd. De belangrijkste hiervan zijn:

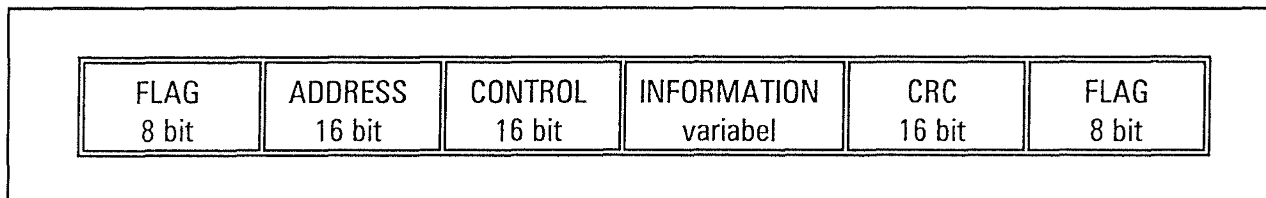
- INFO-0;
- INFO-1;
- INFO-2;
- INFO-3;
- INFO-4;
- LAP-D;
- SAPI;
- TEI.

De speciale frames bij een verbindingsopbouw

Zolang er via de S-bus geen informatie-uitwisseling plaats vindt, heeft deze de status “inactief”. De lijn zal dan geen signaal voeren. Deze toestand wordt aangeduid met INFO-O. Op het moment dat eén terminal een verbinding wil met een andere terminal buiten de eigen configuratie, zal het deze wens kenbaar maken door middel van het uitzenden van het frame INF0-1, samengesteld uit de bitcodering “0-0-1-1-1-1-1-1”. Dit wordt herhaald totdat de netwerkafsluiting reageert met de code INF0-2. Dit is een volledig frame waarin de B-, D- en E-kanalen zijn gevuld met nullen en waarin ook het activeringsbit A nul is. Door het grote aantal nullen, die afwisselend positief en negatief worden gecodeerd, bevat INF0-2 uiteraard veel steile signaal-overgangen van positief naar negatief en vice versa. De terminals kunnen hierop hun interne klok synchroniseren. Nadien start de normale gegevensoverdracht, met INFO-3 frames van de terminals naar de netwerk terminator en met INF0-4 frames van de netwerk terminator naar de terminals.

De speciale frames bij een binnenkomende oproep

Dezelfde procedure wordt ook gevolgd wanneer de netwerk terminator een binnenkomende oproep aan de ISDN-terminals wil doorgeven. Het enige verschil met de activering vanuit de terminals is dat er nu uiteraard géén INF0-2 frame nodig is.



Figuur 3/20.10-20: De samenstelling van het LAP-D frame.

De-activering van de S-bus

Teneinde de vermogensopname te reduceren, kan de netwerk terminator besluiten om terug te schakelen naar de inactieve toestand. Dit kan alleen vanuit de terminator gebeuren en dus niet vanuit een terminal. De overgang naar inactief vindt plaats wanneer er lang genoeg geen actieve koppeling is geweest en houdt in dat de terminator stopt met het uitzenden van een signaal en dus terug wordt overgeschakeld naar INFO-0. Zodra de ISDN-terminals deze toestand detecteren, stoppen zij eveneens met de signaaluitvoer.

LAP-D

LAP-D is de afkorting van "Link Access Protocol in D-channel". Met deze frames wordt het initiëren en afsluiten van een of meer data-verbindingen geregeld tussen de netwerk terminal en de ISDN-terminals. De samenstelling van deze frames is getekend in figuur 3/20.10-20. Een identificatieveld in elk frame zorgt voor het onderscheid tussen de verschillende verbindingen. Daarnaast wordt de afbakening en uitlijning van de frames afgehandeld, samen met het samenstellen van de frame-stromen die over de S-bus moeten worden gestuurd. Tenslotte regelt het LAPD-protocol de foutdetectie en correctie alsmede de besturing van de gegevensstroom. LAP-D is ontworpen om te kunnen omgaan met multiplex-data uitzendingen, niet-bevestigde frame-overdracht, permanent verbindingsbeheer en TEI-beheer.

De samenstelling van een LAP-D frame ziet er als volgt uit:

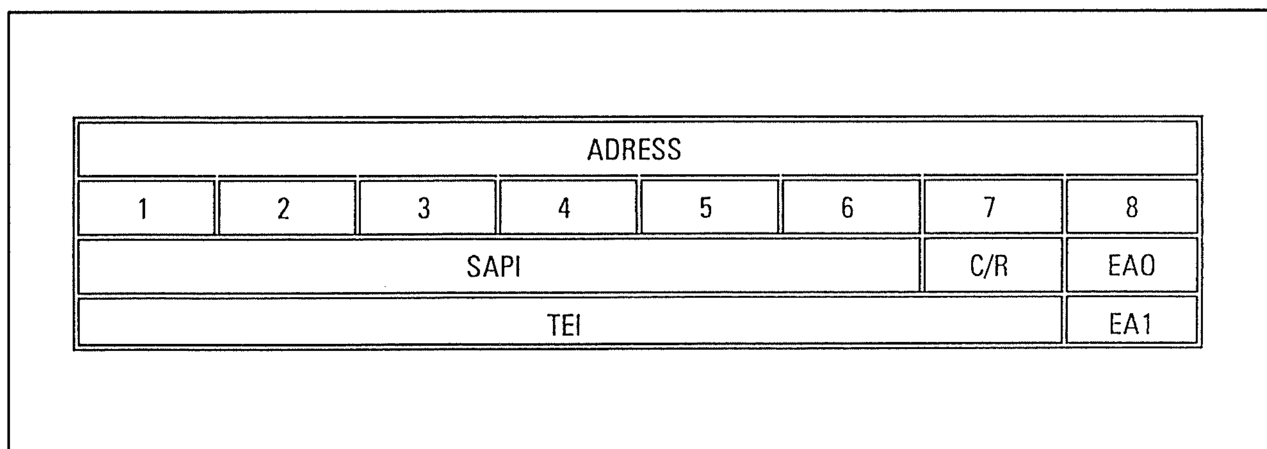
- Flag:
  Ieder LAP-D frame wordt afgebakend door een vlag.
  Deze code "0-1-1-1-1-1-1-0" markeert het begin en het einde van de datastructuur.
- Adres:
  Direct daarna volgt het adres. Het adresveld bestaat uit een SAPI (Service Access Point Identifier) en een TEI (Terminal End Point Identifier). Behalve deze respectievelijk 6 en 7 bit lange velden heeft het eerste byte van het adres nog een C/R-bit (commando-reactie) en een indicator EO voor de adres-extensie (EA).
- Control:
  Dit veld kan een of twee bytes lang zijn. Wanneer wordt gewerkt met frames zonder volgnummer of met een protocol zonder bevestiging bedraagt de lengte één byte. Genummerde blokken die deel uitmaken van een reeks van opeenvolgende frames hebben een Control-veld van twee bytes.
- Information:
  Of het informatieveld aanwezig is of niet, hangt af van de ISDN-terminal dat het frame heeft verzonden. In het algemeen bevat dit gebied informatie die wordt gebruikt door het geadresseerde punt. Deze gebruikt het veld bijvoorbeeld om algemene gegevens te versturen waarvoor geen bevestiging nodig is, om uitzendingen naar alle terminals te

doen en om in een punt-tot-punt verbinding data uit te wisselen waarvoor wel een bevestiging wordt gevraagd.
- CRC:
  Deze twee bytes worden "Frame Control Sequence" genoemd en voorzien in besturingscodes en redundante informatie voor het signaleren van fouten in de overdracht en, indien mogelijk, de correctie daarvan. Daarmee functioneert dit blok als controlemiddel voor de kwaliteit van de ontvangen gegevens.

Het adres-blok
De samenstelling van dit blok is getekend in figuur 3/20.10-21 en bestaat voornamelijk uit de SAPI en de TEI. Met de SAPI geeft de terminal een bepaald toegangspunt voor diensten aan binnen de terminal of het netwerk aan abonneezijde. Daarvoor zijn bepaalde waarden gedefinieerd, zie figuur 3/20.10-22:
- 0 voor het besturen van een verbinding;
- 1 voor een pakket-georiënteerde verbinding volgens Q.931;
- 16 voor een pakket-georiënteerde verbinding volgens X.25;
- 63 voor het initiëren van een beheerverbinding.

De overige codes hebben een landspecifieke betekenen of zijn gereserveerd voor toekomstig gebruik.
Met de TEI kan binnen een knooppunt een specifieke bestemming worden geselecteerd.
Daarbij zijn de volgende waarden mogelijk, zie figuur 3/20.10-23:
- 0 tot 63 voor een niet-automatisch toekennende TEI-apparatuur;
- 64 tot 126 voor automatisch toekennende TEI-apparatuur;
- 127 voor een uitzending over het hele netwerk.

Sommige ISDN-terminals kunnen zelfstandig met de netwerk terminator onderhandelen over hun TEI-waarden, dit in tegenstelling tot terminals die alleen een vaste, voorgeprogrammeerde waarde hanteren.
In het eerste geval vindt de onderhandeling plaats met frames waarin de SAPI gelijk aan 63 is. In alle gevallen start de toekenning van een TEI met het uitzenden van een identificatie-aanvraag door de ISDN-terminal. Gaat het om een voorgeprogrammeerde TEI, dan bevat het betreffende veld deze waarde, bij een onderhandeling staat hierin 127.



Figuur 3/20.10-21: De indeling van het adres-blok.

SAPI	BESCHRIJVING
0	CALL CONTROL PROCEDURES
1	PACKET MODE Q.931 CALL
16	PACKET MODE COMMUNICATIONS
32-47	NATIONAAL GEBRUIK
63	MANAGEMENT
OVERIGE	GERESERVEERD (TOEKOMST)

Figuur 3/20.10-22: De betekenis van de SAPI-codes.

Vervolgens reageert de netwerk terminator ofwel met een identificatie-toekenning waarin de geaccepteerde respectievelijke toegewezen TEI-waarde zit ofwel met een identificatie-weigering.

Het informatie-blok

Het informatie-blok heeft een variabele lengte en bepaalt de protocol-gegevens van de verbinding. De samenstelling is getekend in figuur 3/20.10-24. De samenstelling is als volgt:

- Protocol Discrimitor:
  Een 8 bit brede code dat het protocol van ISO laag-3 definieert.
- Lenght of CRV:
  Een 8 bit woord dat de lengte van het volgende veld, de CRV, vastlegt.
- Call Reference Value:
  Een 8 of 16 bit breed woord, bedoeld voor het identificeren van iedere aanroep op het interne ISDN-netwerk.
- Message Type:
  Een 8 bit breed woord dat het soort bericht (SETUP, CONNECT, etc) identificeert. Dit woord bepaalt welke extra informatie noodzakelijk is en toegelaten wordt.
- Niet Verplichte Informatie:
  Dit veld heeft een variabele lengte en de inhoud wordt bepaald door het soort Message Type. In het Engels heet dit veld "Mandatory & Optional Information Elements".

TEI	BESCHRIJVING
0-63	VASTGELEGDE TEI-TOEWIJZINGEN
64-126	DYNAMISCHE TEI-TOEWIJZINGEN
127	UITZENDING

Figuur 3/20.10-23: De codes van het TEI-blok.

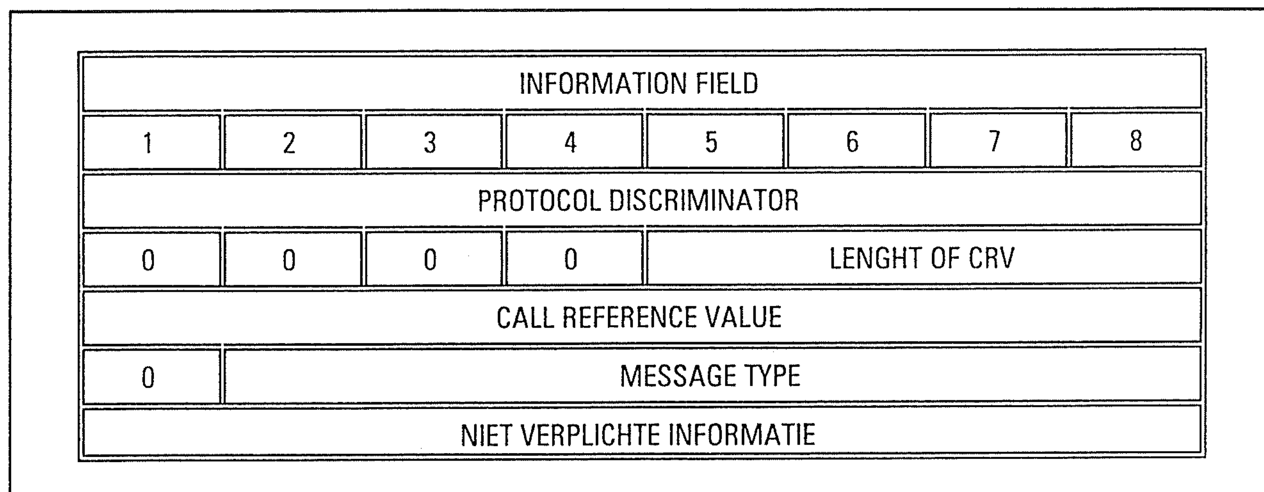
Het leggen van een verbinding

Het leggen van een verbinding tussen twee ISDN-terminals wordt uiteraard afgehandeld op het niveau van het ISDN-netwerk. Het zal duidelijk zijn dat het D-kanaal hierbij een zeer belangrijk rol vervuld en vandaar dat men dan ook spreekt over het "D-protocol". De activiteiten vallen onder het besturen van een verbinding (zodat de adressen van de frames een SAPI-waarde nul hebben). Deze hebben betrekking op het initiëren, beheren en afsluiten van een koppeling via een of meer B-kanalen. Voor de afhandeling van de verschillende stadia en de overgangen naar volgende fasen in de verbindingsopbouw en -verbreking wordt gewerkt met diverse soorten berichten:

- "maak verbinding";
- "voortgang";
- "wacht";
- "verbinding";
- "bevestig verbinding";
- "onderbreek verbinding";
- "hervat verbinding";
- "verbreek verbinding";
- "geef vrij";
- "vrijgave voltooid".

Tenslotte zijn er nog algemene codes, zoals "informatie" en "toestandsgegevens".

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-24: De inhoud van het "Information Field".

In het schema van figuur 3/20.10-25 is een voorbeeld gegeven van de procedure voor het initiëren en afsluiten van een verbinding. ISDN-terminal X probeert ISDN-terminal Z op te roepen op een moment dat die al in gesprek is met Y. De verbinding komt tot stand nadat Z en Y hun connectie hebben verbroken.

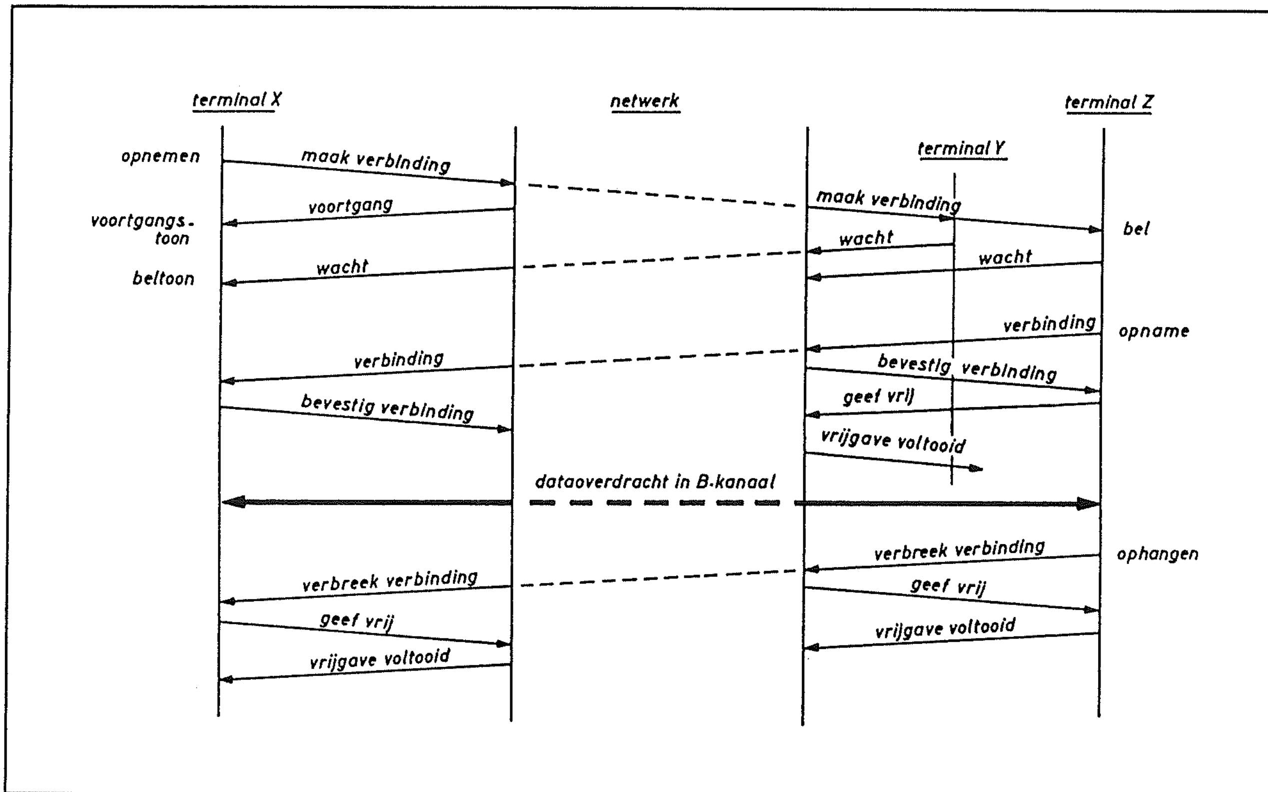
De uitwisseling tussen de terminals X en Z start met het bericht "maak verbinding" vanuit X. Met deze boodschap wordt tevens informatie doorgegeven die de basisdienst beschrijft, het bestemmingsadres bepaalt, enzovoort. Het netwerk geeft het bericht door en bevestigt met "voortgang". Aangekomen bij de bestemming wordt "maak verbinding" uitgezonden naar zowel Z als Y die de ontvangst daarvan bevestigen met "wacht". Deze bevestiging wordt terug gestuurd naar X. Terwijl deze terminal de beller een beltoon geeft, gaat bij de beide andere terminals de bel zelf over en verschijnt het adres van X op het display. Als Z de oproep aanneemt, zendt hij een mededeling "verbinding" terug naar X.

Het netwerk bevestigt dit bericht met "bevestig verbinding". Daarnaast deelt Z aan Y mee dat het station niet meer bij de data-overdracht is betrokken door middel van "geef vrij". Hierop reageert Y met "vrijgave voltooid" alvorens de koppeling te verbreken. Na de bevestiging van X aan het netwerk dat de connectie tot stand is gebracht kan de data-overdracht tussen de twee ISDN-terminals plaatsvinden. Vervolgens start een van beide terminals, bijvoorbeeld Z, de afsluitprocedure met "verbreek verbinding". Het netwerk antwoordt met "geef vrij" en stuurt ondertussen het bericht door naar X die op dezelfde manier reageert. Hierna genereren Z en het netwerk de boodschap "vrijgave voltooid".

Problemen met het D-protocol

Met name in de standaardisering van het D-protocol zijn helaas in het verleden verschillen ontstaan tussen de landelijke ISDN-implementaties. CCITT heeft voor signalering een raamwerk opgesteld, dat met verschillende varianten door de landelijke PTT-organisaties is ingevuld.

Zo werd in Duitsland het 1TR6-protocol gebruikt, in Engeland DASS2 en in Frankrijk VN2.



Figuur 3/20.10-25: De procedure voor het leggen en weer sluiten van een verbinding tussen twee ISDN-terminals.

Omdat de protocolvarianten niet uitwisselbaar zijn zullen de daarop gebaseerde toestellen slechts met hun eigen protocol kunnen werken: een Duits 1TR6-telefoontoestel werkt dus niet in Frankrijk! Vandaar de invoering van Euro-ISDN: regelgeving van de Europese Commissie en standaardisatie door ETSI hebben geleid tot de eenduidige definitie van Euro-ISDN, om te bereiken dat er in Europa daadwerkelijk slechts één ISDN-implementatie zou worden gebruikt en er ook in het protocol van het D-kanaal geen implementatieverschillen optreden.

SPIDs

SPIDs is de afkorting van "Service Profile ID's". Deze informatie-blokken zijn niet verplicht, maar kunnen door de centrale worden uitgezonden om duidelijk te maken welke services de maatschappij aan de op een ISBN-nummer aangesloten ISBN-terminals aan te bieden heeft. De SPIDs worden alleen uitgezonden tijdens de abonnee-oproep en bestaan uit het tiencijferig nummer van de abonnee, aangevuld met een prefix en een suffix.

ISDN en de PC

Inleiding

Wie de telefoon voornamelijk gebruikt voor gesproken communicatie zal uit het voorgaande hebben kunnen vaststellen dat omschakeling naar een ISDN-aansluiting bijzonder weinig voordelen biedt. Immers, de kwaliteit van de spraak is identiek, de enige voordelen zijn het

20.10 Het digitale ISDN-net

sneller leggen van een verbinding en de beschikbaarheid van een tweede lijn. ISDN wordt maar eerst écht interessant als er data-communicatie om de hoek komt kijken. Wie data-communicatie zegt denkt aan de PC: verzenden van tekst, spraak, beeld en natuurlijk informatie ophalen van het Internet. Al deze activiteiten kunnen sneller en beter met een ISDN-aansluiting. Er zijn dan ook tal van bedrijven die ISDN-kaarten op de markt brengen, vergezeld van software waarmee men vanuit de PC toegang krijgt tot het ISDN-net van PTT Telecom. PTT Telecom is, als beheerder van het ISDN-net, natuurlijk op deze vraag ingesprongen en biedt tal van totaal-pakketten aan, waarbij een ISDN-abonnement vergezeld gaat van een ISDN-kaart en software.

FAQ's over ISDN en de PC

E zijn nogal wat vragen over wat wel en niet kan als men een ISDN-kaart in de PC installeert. De voornaamste "Frequently Asked Questions" even op een rij.

- **Staat het aangeschafte ISDN-pakket los van de Internet-provider?**
  Ja, de enige voorwaarde is uiteraard dat de Internet-provider over ISDN-inbelpunten beschikt, zie lijst met Internet-providers in figuur 3/20.10-26.
- **Kan men met een ISD-Internet pakket ook bestanden met andere PC's uitwisselen, dus met andere woorden contact leggen met een "oude" analoge modem?**
  Ja, vanaf 1 juli 1996 is het PTT Telecom "ISDN-Pakket Internet" verkrijgbaar en dit pakket biedt deze mogelijkheid. Dit pakket bevat, naast een PC-kaart, de software en een ISDN-2 aansluiting, een zogenoemde "Moduvox 2a" om bestaande analoge apparatuur te blijven gebruiken.
- **Kan men dit pakket op een file-server installeren en vanuit ieder werkstation toegang krijgen tot het Internet?**
  Nee, het "ISDN-Pakket Internet" kan niet toegepast worden in een PC-netwerk dat draait onder Novell, Windows NT, of OS2.
- **Wat zijn de minimale systeem-eisen om ISDN-kaarten te installeren?**
  De PC moet voldoen aan de volgende eisen:
  - een vrij ISA/EISA slot;
  - een vrij interruptadres;
  - minimaal een 80486-processor met 8 MB geheugen;
  - MSDOS 6.2 of hoger;
  - Windows 3.1 of Windows 95;
  - 10 MB vrije harddisk-ruimte.
- **Kan men via ISDN bestaande PC-netwerken aan elkaar koppelen?**
  Ja, ISDN is geschikt om netwerken met elkaar te koppelen. Ten opzichte van vaste verbindingen biedt ISDN een grotere flexibiliteit, omdat in principe ieder computernetwerk met een ISDN-toegang gekoppeld kan worden met een ander netwerk.
- **Is ISDN geschikt voor thuiswerkers?**
  Een ISDN-2 aansluiting thuis geeft de thuiswerker de mogelijkheid om via het ene B-kanaal in te loggen op het netwerk van een bedrijf en via het andere B-kanaal telefonisch bereikbaar te blijven.
  De beveiliging tegen ongewenst inbellen op het bedrijf vindt plaats aan de hand van het nummer van de telewerker die probeert in te loggen. Men kan zonder problemen inloggen op een Novell-netwerk.
  Hiervoor kan men bijvoorbeeld de "Voxcard6000" met "Netware Multi Protocol Router"-software aan de server-kant gebruikt en de "Voxcard2000"

met "NetWAYS"-software aan de inloggende kant. Er zijn ook oplossingen met hardwarematige routers en PC-kaarten.
Met de laatstgenoemde oplossingen is het ook mogelijk om via ISDN in te loggen op netwerken met andere operating systemen, zoals Windows NT en Unix.

- **Wat is "spoofing"?**
  Spoofing is een mechanisme waarbij de frequent verstuurde netwerkberichten afgevangen worden zodat de ISDN-aansluiting niet constant in gebruik moet blijven. Alleen wanneer het echt noodzakelijk is om gegevens te verzenden wordt er via ISDN een verbinding opgebouwd naar het netwerk en wordt de informatie uitgewisseld. Door spoofing toe te passen wordt dus efficiënt gebruik gemaakt van de ISDN-aansluiting.
- **Hoe kan men via ISDN bestanden uitwisselen tussen twee PC's?**
  Men kan gebruik maken van twee analoge modems en twee "Moduvox 2a"'s, maar dan wordt er géén snelheidswinst gerealiseerd en maakt men dus niet optimaal gebruik van de mogelijkheden die ISDN biedt. Wanneer men tweemaal het ISDN-Pakket "Basic", het ISDN-Pakket "Advanced" of het ISDN-Pakket "Internet" installeert is het mogelijk om via het zogenoemde "Euro File Transfer"-protocol met hoge snelheid bestanden uit te wisselen via ISDN. Hoewel deze pakketten geen specifieke Windows 95 pakketten zijn kunnen zij wel onder Windows 95 werken. In de Business Centers van PTT Telecom zijn speciale Windows 95 drivers verkrijgbaar.
  Wel is het zo dat de pakketten "Basic" en "Advanced" geen toegang geven tot Internet. Om te internetten via ISDN moet men gebruik maken van het ISDN-Pakket "Internet". Dit biedt, naast provider-onafhankelijke toegang tot het Internet, de mogelijkheid om bestanden uit te wisselen via Euro File Transfer, om groep-3 faxen te versturen en om op lage snelheid contact te leggen met analoge modems dank zij een softwarematige emulatie.

Internet-providers met ISDN-toegang
In de tabel van figuur 3/20.10-26 is een tot 01-07-1997 geactualiseerd lijstje gegeven van de Internet-providers die aangesloten zijn op het ISDN-netwerk van PTT Telecom.

ISDN-kaarten
Wie niet terecht wil bij de PTT voor een totaal-oplossing (ISDN-aansluiting plus hardware plus software), moet zélf een ISDN-kaart kopen.
Diverse leveranciers bieden op dit moment kaarten aan. Als voorbeeld wordt een aantal kaarten van het bedrijf Teles in het kort besproken.

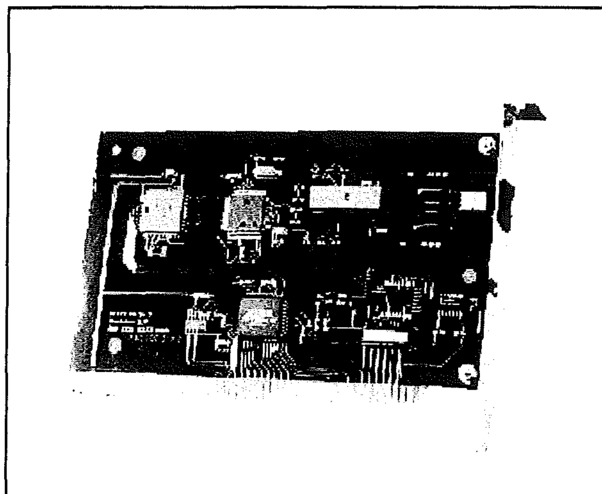
- BRI/16.3 kaart:
  Winnaar van een groot aantal journalistieke prijzen in de industrie.
  De noodzakelijke interrupt wordt geconfigureerd vanuit de software. Bestemd voor een ISA-uitbreidingsslot, zie figuur 3/20.10-27.
- BRI/PnP kaart:
  Een ISDN-kaart die voldoet aan de "Plug&Play"-standaard. Zeer eenvoudige installatie onder Windows 95, gecertificeerd door MicroSoft, bedoeld voor ISA-uitbreidingsslots.
- BRI/PCI kaart:
  Een ISDN-kaart voor de PCI-bus. Wordt automatisch geconfigureerd vanuit de PCI-BIOS.

20.10 Het digitale ISDN-net

A1	0534777111
Accelerated Information	0297264098
B'art	0703455349
Bausch datacom BV	0104137055
Cistron Internet Services	0172419445
Cobweb	0464758181
Compuserve Information Services	060224968
Cornnet	0152135890
CSA Computer Products	0345530888
Cubic Circle	0455442929
Cybercomm	0513633283
Dataweb	0703819218
Demon Internet	0204222000
Diva	0317460276
EasyBoard	0478588454
EuroNet Internet	0206256163
Globe Internet	0161451160
Grandhill Multimedia	0172419677
Hacom Internet	0294232888
Holland Online	0714016943
Horizon Internet Services	0736124577
Indi Internet Service	0786104566
Internet Access Foundation	0152566108
Internet Access Eindhoven	0402468500
Internet Gateway Rotterdam	0104816361
Internet Services Oost-Brabant	0492599999
Interstroom	0742504044
Introweb	0742430105
Kabelfoon	0174640269
Local Access	0135363537
Luna	0104679830
Netland	0206943664
Nedernet Online Services	0251670207
NLnet Services BV	0204952727
Pimpernel On Line	0786144117
Planet Internet	068683
Plant Access	060224222
Plex	0773735335
Pointnet	0172424081
Stichting Knoware	0302369964
PublishNET	0181410305
The Internet Plaza	0365485700
Support Net	0206935454
Wirehub Internet	0104110403
WiWo	0715235555
World Access	0306070600
World Online	0356998700
XS4ALL	0206200294
Zeelandnet	0113372062

Figuur 3/20.10-26: Een tot 01-07-1997 bijgewerkt lijstje van Internet-providers met ISDN-lijnen.

20.10 Het digitale ISDN-net



Figuur 3/20.10-27: De Teles 16.3 ISDN-kaart.

- BRI/TR kaart:
  Een ISDN-kaart met TR (tip and ring) interface. Beschikt over extra aansluiting voor analoge apparatuur zoals telefoon, modem, fax. Voor ISA uitbreidingsslot.
- BRI/PCMCIA kaart:
  Een kleine en krachtige kaart voor draagbare PC's, wordt automatisch geconfigureerd door Windows 95.
- 3BRI/PnP kaart:
  Een ISA-kaart voor zes B-kanalen. Bundelen van maximaal 6 kanalen is mogelijk.
  Conformeert aan de "Plug&Play"-standaard. Geschikt voor LAN-naar-LAN verbindingen, toegangsnodes en routers indien gebruikt in combinatie met de "NT-RAS-Office PowerPack"-software.
- 3BRImP kaart:
  Dit is een actieve ISA kaart, voorzien van een eigen processor, voor de aansturing en bundeling van naximaal zes B-kanalen. De kaart wordt geleverd met software voor compressie en encryptie en is geschikt voor gebruik met de "TELES.NT-RAS-OfficePowerPack"-software.
- PRImP kaart:
  Een actieve ISA-kaart voor een primary rate interface met 30 B-kanalen, waarbij het bundelen van kanalen mogelijk is. Voorzien van compressie- en encryptietechnologie. Geschikt voor gebruik met "Multi Conferencing Units", servers, NT-netwerken, toegangsnodes en routers in combinatie met de "TELES.NT-RAS-OfficePowerPack"-software.

ISDN en Windows 95

Er zijn in het verleden nogal wat problemen geweest met het configureren van ISDN-kaarten onder Windows 95. De door ELSA op de markt gebrachte "MicroLink ISDN/TLpro" wordt door Windows 95 standaard ondersteund. Er zijn drivers voor de Teles S0-16, de ELSA MicroLink ISDN/PCC (16 bit), de ELSA MicroLink ISDN/PCF (16 bit) en de ELSA MicroLink ISDN/PCFpro. De echte Windows 95 drivers hebben echter ook het Windows 95 CAPI-subsysteem nodig. Deze wordt (werd?) alleen bij de Duitse Windows 95 CD meegeleverd. De Windows 3.x drivers doen het overigens onder Windows 95 ook, zij het niet met alle functionaliteit. In feite zijn er voor ISDN-kaarten meerdere wijzen om Internet-toegang te krijgen, maar niet alle combinaties werken evengoed:

- DOS drivers in combinatie met ISDI of WISDI;
- Windows 3x drivers in combinatie met WISDI;
- Windows 3x software met WinCom of cFosWin;
- Windows 3x drivers in combinatie met Chameleon Net Manage, geleverd bij de Teles S0/16 kaart;

20.10 Het digitale ISDN-net

- het MicroSoft "ISDN-Accelarator Pack" met daarvoor bestemde drivers, zoals de Teles Miniport;
- Acotec software met daarvoor bestemde drivers.

Een methode om Windows 95 aan Internet te koppelen is door ISDI of WISDI te gebruiken. ISDI en WISDI zijn zogenoemde NDIS-drivers die op bij de kaarten meegeleverde CAPI 1.1a drivers werken. Door (W)ISDI en de MicroSoft TCP/IP-stack te installeren kan er een virtuele netwerk verbinding naar Internet worden gemaakt. In het initialisatie bestand van ISDI moeten het telefoonnummer van de provider, de inlog naam en password en de time-out worden ingesteld. In de TCP/IP stack moeten natuurlijk de juiste IP-adressen en dergelijke worden ingesteld.
ISPA (ISDN packet driver) is een Ethernet-type packet-driver voor IP-Routing of remote Ethernet bridging over ISDN. ISPA communiceert met de ISDN-kaart met behulp van de CAPI 1.1 specificatie. Het is een MS-DOS programma om met TSR of VxD CAPI 1.1 implementaties te gebruiken. Voor eenvoudig gebruik onder Windows is het programma ISDNMON toegevoegd. ISPA was oorspronkelijk ontwikkeld om samen met PCROUTE als een goedkope Ethernet/ISDN-router te werken, maar tegenwoordig wordt het voornamelijk gebruikt om losse PC's aan het Internet te koppelen, bijvoorbeeld voor toegang bij Internet Access Providers. ISPA is succesvol getest met een grote verscheidenheid aan commerciële, shareware en public domain TCP/IP software zoals: Ftp PCTCP, Sun PC-NFS, Novell LanWorkPlace, PDETHER, WATTCP gebaseerde IP programmatuur, NCSA en CU -Telnet/ftp, UMN Gopher en Popmail Trumpet WINSOCK, XFS.

ISDN en Windows NT
Er zijn een aantal ISDN-kaarten beschikbaar met NT-drivers, zoals de Digi DataFire S/T, ITK ix1-basic 1Mb en de Teles ISDN-kaarten zoals de S0/16. In een aantal situaties kunnen natuurlijk ook externe kastjes als de ELSA MicroLink ISDN/TLpro, ELSA MicroLink ISDN/TLV.34, ZyXEL Omni TA128 of ZyXEL Elite 2864I worden gebruikt. Dit kan met name in situaties waar nu al gewone modems gebruikt worden, die kunnen dan eenvoudig door een externe TA worden vervangen.

PTT Telecom en ISDN

Inleiding
PTT Telecom heeft men (voorlopig) hoe dan ook nodig voor het verkrijgen van een ISDN-aansluiting. Vele toekomstige ISDN-gebruikers zullen bijgevolg geïnteresseerd zijn in de volledige ISDN-pakketten die dit bedrijf aanbiedt. Dat zijn er vijf, te weten:

- **ISDN-pakket "Start":**
  Dit minimale pakket is bedoeld voor gebruikers die ISDN alleen willen gebruiken als vervanger van het analoge net en alleen geïnteresseerd zijn in spraak-communicatie. Het "Start"-pakket bevat:
  - een ISDN-aansluiting;
  - een adapter;
  - een ISDN-telefoontoestel model 930.
- **ISDN-pakket "Migratie":**
  Dit pakket is bedoeld voor gebruikers die hun bestaande analoge apparatuur willen blijven gebruiken, maar toch een ISDN-aansluiting willen hebben "voor het geval dat". Ruilt men twee bestaan-

de analoge lijnen voor een ISDN-aansluiting, dan worden flinke kortingen gegeven. Het ISDN-pakket "Migratie" bevat:
- een ISDN-aansluiting;
- een Moduvox 2a.

- **ISDN-pakket "Combi":**
  Dit is het ideale pakket voor de Internet-surfer die ook van de voordelen van ISDN op het gebied van telefonie gebruik wil maken. Het ISDN-pakket "Combi" bevat:
  - een ISDN-2 aansluiting;
  - een "Duovox" voor het aansluiten van analoge fax en/of telefoon;
  - een ISDN-Internet PC-kaart;
  - een set ISDN-aansluitkabels;
  - Internet software geschikt voor Windows 3.1, Windows 95 en DOS;
  - alle benodigde ISDN-software inclusief file transfer, faxprogramma, analoge modem-emulatie, virtueel antwoordapparaat en screensharing, geschikt voor Windows 3.1, Windows 95 en DOS;
  - een ISDN-telefoontoestel model "Vox 930";
- **ISDN-pakket "Internet":**
  Dit pakket is speciaal bedoeld om via ISDN toegang te krijgen tot het Internet en het bevat:
  - een ISDN-2 aansluiting;
  - een "Duovox" voor het aansluiten van een analoge fax en/of telefoon;
  - een ISDN-Internet PC-kaart;
  - een set ISDN-aansluitkabels;
  - Internet software geschikt voor Windows 3.1, Windows 95 en DOS;
  - Alle benodigde ISDN-software inclusief file transfer, faxprogramma, analoge modem-emulatie, virtueel antwoordapparaat en screensharing, geschikt voor Windows 3.1, Windows 95 en DOS.
- **ISDN-Pakket "Notebook":**
  Dit pakket biedt de oplossing voor de vertegenwoordiger/ster, die mobiel met het bedrijf wil kunnen communiceren.
  Met dit pakket kan men faxen en data ontvangen en versturen via de notebook via de dichtstbijzijnde ISDN-aansluiting. Het ISDN-pakket "Notebook" bevat:
  - een ISDN PCM/CIA-kaart;
  - een set ISDN aansluitkabels;
  - een ISDN-communicatiepakket geschikt voor Windows 3.1 en hoger, inclusief Euro File Transfer (EFT) en faxsoftware.

Het in gebruik houden van oude apparatuur

Oude analoge apparatuur kan in gebruik blijven door de apparatuur aan te sluiten via het ISDN-Pakket "Migratie" met zijn Moduvox 2a. Door verschillende nummers in de Moduvox 2a in te programmeren is het mogelijk om de huidige apparatuur individueel aan te kiezen. Als men via de Moduvox contact zoekt met een ander analoog modem kunnen echter problemen ontstaan doordat sommige modems het uitgangssignaal te sterk opschroeven, omdat het modem een bepaalde demping verwacht van het aansluitnet. Bij gebruik van ISDN en een Moduvox 2a is er geen lokale demping en kan de Moduvox 2a overstuurd raken. Een Moduvox 2a is een gewoon ISDN-randapparaat, dus het is mogelijk om maximaal twee Moduvox 2a's op een ISDN-2 aansluiting en maximaal acht Moduvox 2a's op een S-bus aan te sluiten.
Er zijn op een ISDN-2 aansluiting echter slechts twee B-kanalen beschikbaar, dus er kunnen hooguit twee randapparaten tegelijkertijd via ISDN communiceren.

20.10 Het digitale ISDN-net

AANSLUITINGSKOSTEN

ISDN-2 .... *f* 450,00
ISDN-30 .... *f* 7.990,00
Indien men bestaande analoge telefoonlijnen inlevert ontvangt men aanzienlijke kortingen.

ISDN-PAKKETTEN

ISDN Pakket Internet 1 ..... *f* 435,00 excl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Pakket Internet 2 ..... *f* 730,00 incl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Pakket Internet 3 ..... *f* 499,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van één analoge telefoonlijn
ISDN Pakket Internet 4 ..... *f* 280,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van twee of meer analoge telefoonlijnen)
ISDN Pakket Migratie 1 ..... *f* 250,00 excl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Pakket Migratie 2 ..... *f* 630,00 incl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Pakket Migratie 3 ..... *f* 399,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van één analoge telefoonlijn)
ISDN Pakket Migratie 4 ..... *f* 180,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van twee of meer analoge telefoonlijnen)
ISDN Startpakket 1 .... *f* 602,00 excl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Startpakket 2 .... *f* 930,00 incl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Startpakket 3 .... *f* 699,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van één analoge telefoonlijn)
ISDN Startpakket 4 .... *f* 480,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van twee of meer analoge telefoonlijnen)
ISDN Combipakket 1 .... *f* 782,00 excl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Combipakket 2 .... *f* 1.130,00 incl. ISDN-2 aansluiting
ISDN Combipakket 3 .... *f* 899,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van één analoge telefoonlijn)
ISDN Combipakket 4 .... *f* 680,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van twee of meer analoge telefoonlijnen)
ISDN Pakket Notebook ..... *f* 1.521,60

APPARATUUR

Telefoon model Vox 930 .... *f* 399,00
Fax model 470 Groep 3 en 4 . *f* 7.631,63
Centrale 2-8 .... *f* 1.398,00 excl. ISDN-2 aansluiting
Centrale 2-8 .... *f* 1.736,00 incl. ISDN-2 aansluiting
Centrale 2-8 .... *f* 1.505,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van 1 analoge telefoonlijn)
Centrale 2-8 .... *f* 1.286,00 incl. ISDN-2 aansluiting
(bij inlevering van twee of meer analoge telefoonlijnen)

BEKABELINGS-PAKKETTEN

Doe-het-zelf 1 voor 2 wandcontactdozen .... *f* 57,50
Doe-het-zelf 2 voor 4 wandcontactdozen .... *f* 99,50
Bekabeling 5 meter .... *f* 11,50
Bekabeling 10 meter .... *f* 17,00
Bekabeling 15 meter .... *f* 22,50
Bekabeling 20 meter .... *f* 28,00
Bekabeling 25 meter .... *f* 33,50
RJ-45 plug voor zelfmontage (2 stuks) ...... *f* 9,75
Verdeelblokjes voor twee apparaten .... *f* 14,50
Verdeelblokjes voor vier apparaten .... *f* 18,25
Verdeelblokjes voor acht apparaten .... *f* 29,50

Figuur 3/20.10-28: Een overzicht van het door PTT Telecom aangeboden ISDN-programma.

20.10 Het digitale ISDN-net

Het is niet mogelijk om een toestel achter een Moduvox 2a door middel van *21 door te schakelen. Bij ISDN wordt gebruik gemaakt van de aanvullende dienst "Direct Doorschakelen" en deze kan nog niet vanuit een Moduvox 2a worden geactiveerd.
De Moduvox 2a heeft geen display en daarom wordt het nummer van iemand die een oproep maakt naar de Moduvox 2a niet zichtbaar gemaakt. Omgekeerd wordt het nummer dat ingeprogrammeerd is op de Moduvox 2a wel zichtbaar gemaakt op een ISDN-toestel waar een oproep naar toe gemaakt wordt.

PTT Telecom en video-systemen
PTT Telecom levert een aantal videosystemen, van zeer eenvoudige tot zeer complexe. Onderstaand een overzicht met de mogelijkheden van de systemen.
- Intel ProShare Video System 200:
  De ProShare 200 is een systeem voor persoonlijk gebruik, dat ontworpen is voor het gezamenlijk werken aan bestanden. Met de communicatie via beeld en geluid heeft men een volwaardig systeem om optimaal te communiceren.
- PictureTel LIVE 200:
  Dit systeem levert een compleet, eenvoudig te gebruiken oplossing voor videocommunicatie voor een uitstekende kwaliteit-prijs verhouding.
- PictureTel LIVE 50:
  Bij dit systeem ligt de nadruk op optimale mogelijkheden voor het communiceren via beeld en geluid, waarbij men de mogelijkheid heeft om gezamenlijk aan een bestand te kunnen werken.
- PictureTel LIVE 100:
  De PCS 100 is een luxe-uitvoering van de PCS 50. Men kan er onder andere foto's en krantenknipsels mee overzenden.
- Tandberg Compact Vision:
  Dit systeem wordt niet in een PC geïnstalleerd, waardoor het zeer geschikt is voor gebruikers/sters die geen PC willen gebruiken. Bovendien is het eenvoudig te bedienen is, zelfs voor een absolute leek.
- Tandberg Vision:
  Dit systeem is bruikbaar voor videocommunicatie tussen kleine groepen, waarbij naast audio- en videocommunicatie, ook datacommunicatie mogelijk is.
- Tandberg Grand Vision:
  Een systeem met uitstekende beeld- en geluidskwaliteit waardoor het uitermate geschikt is voor gebruik in groepen van 2 tot 5 personen en waarbij datatransfer mogelijk is.
- PictureTel System Venue 2000:
  De Venue 2000 is goed te gebruiken in kleine groepen. Het systeem is uitgerust met een aantal faciliteiten, waardoor men meer mogelijkheden heeft voor de bediening van de camera.

Starttarief (per beantwoord gesprek)	08.00-18.00 ma.-vr	18.00-08.00 en weekend
Nationaal	10 cent	10 cent
Internationaal	10 cent	10 cent
BelBasis Gesprekskosten/minuut		
Nationaal lokaal	6,5 cent	3,25 cent
Nationaal interlokaal	20 cent	10 cent
Internationaal	Bestemmingsafhankelijk	Bestemmingsafhankelijk
BelPlus Gesprekskosten/minuut		
Nationaal lokaal	6,5 cent	2,5 cent
Nationaal interlokaal	20 cent	7,5 cent
Internationaal	Bestemmingsafhankelijk	Bestemmingsafhankelijk

Figuur 3/20.10-29: Een overzicht van de gesprekskosten van ISDN.

20.10 Het digitale ISDN-net

- MatchLink 500:
  De MatchLink 500 is een compact systeem met een kwalitatief goede beeld- en geluidskwaliteit. Door de eenvoudige bediening stelt het ook ongeoefende gebruikers in staat om effectief te communiceren.
- Corporate Systemen van PictureTel:
  Deze systemen hebben geavanceerde mogelijkheden voor uitstekende beeld- en geluidskwaliteit en vele voorzieningen voor camerabediening. Al naar gelang de specifieke behoeften kan men kiezen uit verschillende opties.

De ISDN-tarieven van PTT telecom

Inleiding
In dit afsluitend subhoofdstukje een overzicht van de ISDN-tarieven die door PTT Telecom worden gehanteerd per 1 juni 1997. Deze zijn overgenomen uit de ISDN-pagina's van PTT Telecom op het Internet en de verantwoordelijkheid voor de juistheid ligt dus bij dit bedrijf.

Aansluitingskosten, pakketten en apparatuur
Deze zijn samengevat in de tabel van figuur 3/20.10-28.

Gesprekskosten
Deze zijn samengevat in de tabel van figuur 3/20.10-29.
Het grenstarief voor ISDN is hetzelfde als voor de huidige telefoongesprekken. Dit tarief bedraagt *f* 0,43 per minuut en geldt alleen voor de grensgebieden met België en Duitsland.

Abonnementskosten per maand
- BelBasis ISDN-2:
  f 49,95
- BelPlus ISDN-2:
  f 55,95
- ISDN-30:
  f 499,40

Extra mogelijkheden
- Aanvraag of mutatie van een of meerdere mogelijkheden:
  f 44,00
- Wisselgesprek (WG):
  f 2,70
- Gesprek in wachtstand (GW):
  f 2,70
- Kostenindicatie:
  f 5,52
- Extra ISDN-nummer (MSN):
  f 1,12
- Subadressering:
  f 22,09
- Doorschakelservice:
  f 27,20 per maand

20.10 Het digitale ISDN-net

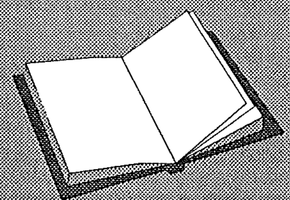
3/20.11

MP3: audio versturen via telecommunicatie kanalen

Inleiding

The need for speed
Het verkeer via telecommunicatie kanalen werd jarenlang beheerst door het woord en de computer-data. Zowel bij het versturen van geschreven mededelingen als bij het versturen van computergegevens doet de snelheid van de communicatie er in feite weinig toe. Zeker, snelle communicatie spaart op de kosten van de verbinding en is handig, maar principieel noodzakelijk is het niet.
In een later stadium ontstond de behoefte aan het verzenden van beelden. Röntgenfoto's die van het ene naar het andere ziekenhuis moesten worden gestuurd, foto's van het oppervlak van planeten die van ruimtesondes naar de aarde moesten worden getransporteerd, actualiteitsfoto's die van de plaats des onheils zo snel mogelijk op de krantenredacties moesten arriveren, voorbeelden te over! Nu zijn de digitale bestanden van dergelijke illustraties zeer groot, vaak tientallen MB, en al gauw ontstond behoefte aan een gestandaardiseerde compressie-techniek. Deze werd ontwikkeld door de JPEG, de "Joint Photographic Expert Group". Sindsdien in het JPG-formaat dé standaard geworden voor het snel verzenden van illustraties via communicatie kanalen en ook het "World Wibe Web" maakt gretig gebruik van deze ingewikkelde compressietechniek. Iedere WWW-browser kan JPG-bestanden op het beeldscherm zetten en dit formaat is zelfs een van de twee ondersteunde grafische formaten in HTML, de "taal" waarmee WWW-pagina's worden vormgegeven.
Na het beeld komt echter het geluid aan de beurt! Zou men er in slagen audiobestanden op een gelijkaardige manier te comprimeren als grafische bestanden, dan zouden de mogelijkheden van telecommunicatie sensationeel uitgebreid worden. Denk maar aan toepassingen als:
- Internet-telefonie;
- Internet-radio;
- Audio niet meer verkopen op CD, maar rechtstreeks via het Internet aanbieden;
- Transport van muziek via goedkope ISDN-lijnen van concertzaal naar studio;

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.8
Hoofdstuk 3/20.9
Hoofdstuk 5/8.1
Hoofdstuk 5/17.2



20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

- Gesproken mededelingen verpakken in WWW-pagina's.

De meeste telecommunicatie-kanalen zijn echter (nog steeds) vrij traag. De meeste gebruikers/sters communiceren via het Internet met analoge lijnen van de plaatselijke Telecom-maatschappijen en met modem's met een maximale snelheid van 28,6 kb/s. Zelfs de internationale opvolger van de analoge telefonie, ISDN, biedt per kanaal maar een maximale snelheid aan van 64 kb/s. Wil men echter kwalitatief goede audio in "real time" versturen over een netwerk, dan zijn veel grotere bandbreedten noodzakelijk. Dat is niet in een-twee-drie te realiseren, maar een goed werkend compressie-algoritme ontwerpen, met het doel audio met behoud van kwaliteit te comprimeren tot het in die bandbreedtes past, is wél mogelijk.

WAV te groot

Goed digitaal geluid kan tegenwoordig iedereen maken die over een moderne computer beschikt. Het standaard door Windows ondersteunde bestandsformaat voor digitale audio, WAV, levert kwaliteit die identiek is aan deze van CD-Audio. Ieder programma waarmee men analoge audio via de geluidskaart kan omzetten in digitale WAV-bestanden, ondersteunt tegenwoordig immers zowel de 16 bit monsterbreedte van CD-Audio alsook de 44.100 samples per seconde van hetzelfde medium. WAV werkt volgens hetzelfde principe als CD-Audio. 44.100 keer per seconde worden de momentele waarden van de analoge geluidsignalen van het linker en rechter kanaal omgezet in 2 x 16 bit brede digitale codes. Deze codes worden nadien op een bepaalde manier verzameld, maar hierbij wordt géén compressie toegepast. Dat wil zeggen dat als een van de gedigitaliseerde monsters "H-H-H-H-H-H-H-H-H-H-H-H-H-H-L-L" is, deze bits als dusdanig in de WAV-file worden verwerkt. Een dergelijke code komt echter overeen met een geluidsmonstertje dat zo zacht is, dat het menselijk gehoor het niet eens waarneemt. Als het geluid twee seconde stilte bevat, worden er in die twee seconden toch 2*(44.100*2*16) bits verzameld en in de WAV-file opgenomen! Eén seconde WAV-geluid wordt dus onder alle omstandigheden omgezet in een datastroom van niet minder dan 1.411.200 bit oftewel 1,4 Mb!

Het zal duidelijk zijn dat een dergelijke snelle data-stroom niet via het trage Internet of ISDN-kanalen getransporteerd kan worden, laat staan in "real time" afgespeeld in de WWW-browser.

MP3

De oplossing voor dit probleem is ontwikkeld door het Duitse "Fraunhofer Institut", in samenwerking met de Universiteit van Erlangen. MP3, met als officiële naam "MPEG Audio Layer-3", is in staat de omvang van WAV-files met een factor 10 tot 12 te reduceren, zonder merkbaar kwaliteitsverlies. Door WAV-bestanden om te zetten in MP3, daalt de data-rate dus tot gemiddeld 117,7 kb/s. Schakelt men twee ISDN-kanalen "parallel" dan ontstaat een doorvoercapaciteit van 128 kb/s en kan men deze MP3-bestanden dus in "real time" transporteren. Neemt men genoegen met mindere kwaliteit of wil men alleen gesproken tekst in telefoon-kwaliteit verzenden, dan kan MP3 de gegevensstroom van WAV zelfs met een factor 96 reduceren! Het gevolg is dat men spraak via het zeer trage Internet in "real time" kan versturen en afspelen.

MP3, genoemd naar de standaard-extensie van deze geluidsfiles, is het Internet aan het veroveren. Voor de meeste

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

WWW-browsers zijn reeds plug-in's in de handel, die toelaten deze audio-files in "real time" af te spelen, dus terwijl een WWW-pagina geladen wordt. Bovendien zijn er talloze data-banken, die fragmenten van klassieke muziek, rock, pop, wave, metallic en alle denkbare smaken muziek als .MP3-file aanbieden. Men verwacht dat, van zodra er een betrouwbaar elektronisch betaalsysteem voor het Internet is ontwikkeld, muziekuitgeverijen hun repertoire via het Internet te koop aanbieden. MP3-files zijn namelijk vrij snel via het Internet te laden. Ter illustratie: een CD-Audio nummer als Boudewijn de Groot's "Mijnheer de President" (speelduur 2'33) heeft, van CD-Audio rechtstreeks omgezet in WAV, een omvang van 27,5 MB. Zet men deze WAV-file om in MP3, dan slinkt de omvang tot ongeveer 2,5 MB.

Combinatie van bekende technieken

De compressie-schema's die worden toegepast bij MP3 zijn niet nieuw. In feite wordt gebruik gemaakt van de door Philips ontwikkelde techniek van PASC, toegepast bij het DCC-systeem en van ingewikkelde wiskundige technieken, toegepast bij de video-codering van MPEG. De combinatie van beide technieken is echter uniek en levert spectaculaire resultaten op!

De data-reductie volgens MP3 is gebaseerd op de onderstaande principes:

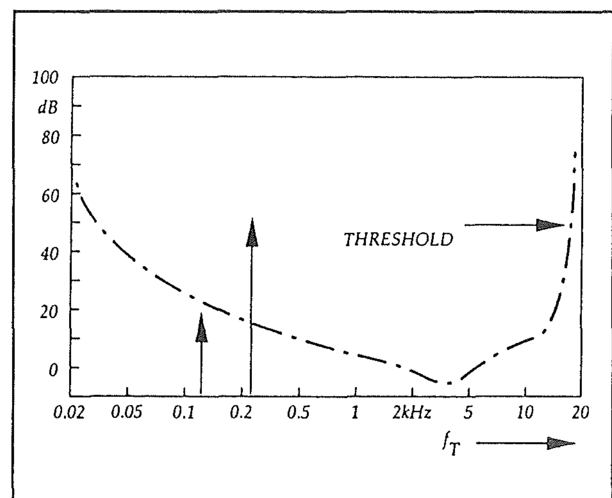
- de drempelwaarde van het menselijke gehoor;
- invoeren van sub-banden;
- het maskèereffect van het menselijke gehoor;
- adaptive bit allocation;
- middeling van het gemiddelde niveau;
- discrete cosinus transformatie;
- run length codering;
- entropie-codering;
- frequentie-begrenzing.

Hoewel al deze technieken in het verleden in dit naslagwerk werden beschreven, worden zij hier in het kort nog eens verklaard.

MP3, stap na stap

De drempelwaarde van het menselijke gehoor

Het menselijke gehoor is frequentieselectief gevoelig. Dat betekent dat er een gehoorcurve kan worden opgesteld, getekend in figuur 3/20.11-1.

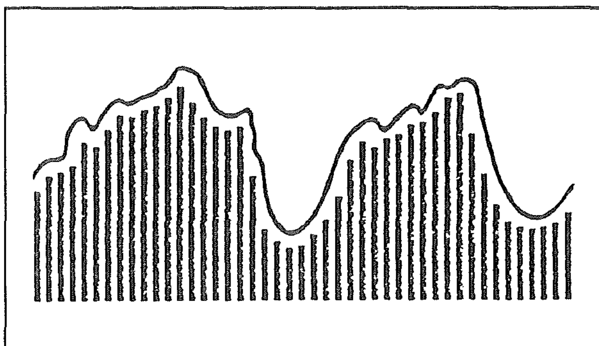


Figuur 3/20.11-1: De gehoorcurve van het menselijke gehoor.

Men kan een "threshold" opstellen, een lijn die aangeeft waar, voor iedere frequentie, de drempelwaarde van het oor ligt. Geluiden die zwakker zijn dan deze drempelwaarde worden niet waargenomen! Het is niet noodzakelijk dergelijke geluiden te coderen. In het getekende voorbeeld zal MP3 het signaal van 130 Hz weglaten en niet digitaliseren.

Invoeren van sub-banden

In de praktijk is het uiteraard onmogelijk om het threshold-proces voor "iedere frequentie" uit te voeren. Vandaar wordt het frequentiebereik van het audiosignaal in 32 sub-bandjes ingedeeld, die ieder vrij smal zijn. Deze bandjes zijn, zie figuur 3/20.11-2, lineair over de frequentie-as verdeeld.

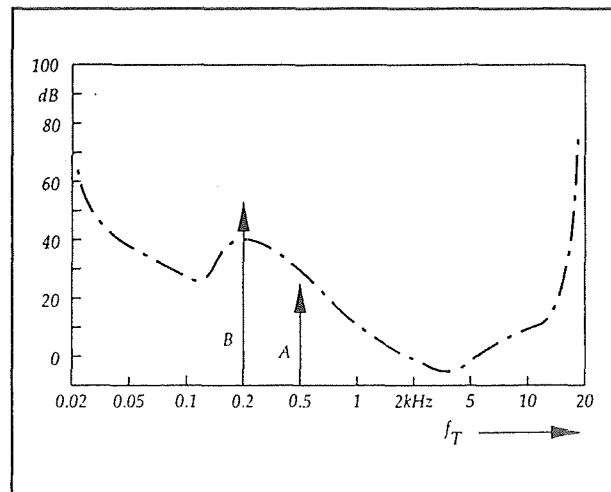


Figuur 3/20.11-2: De audio-band wordt bij MP3 ingedeeld in 32 smalle sub-bandjes met een zeer kleine bandbreedte.

Nadien berekent het MP3-algoritme voor iedere sub-band de verhouding tussen het actuele signaalniveau en de vast ingeprogrammeerde threshold van deze band. Ligt de amplitude-inhoud van een sub-bandje onder de gehoordrempel, dan wordt de inhoud van dat bandje niet gecodeerd.

Het maskeereffect van het menselijke gehoor

Het menselijke gehoor vertoont een bepaald maskeereffect. Dit verschijnsel wordt toegelicht aan de hand van de grafiek in figuur 3/20.11-3. Een sterk signaal kan een in frequentie vlakbij gelegen zwakker signaal maskeren, het gehoor zal dat tweede signaal niet waarnemen, ondanks dat de amplitude boven de gehoordrempel ligt. Een tweede maskeereffect ontstaat in de tijd. Als een zacht geluid een paar milliseconde eerder door een hard geluid is voorafgegaan, dan zal het zachte geluid niet waarneembaar zijn.



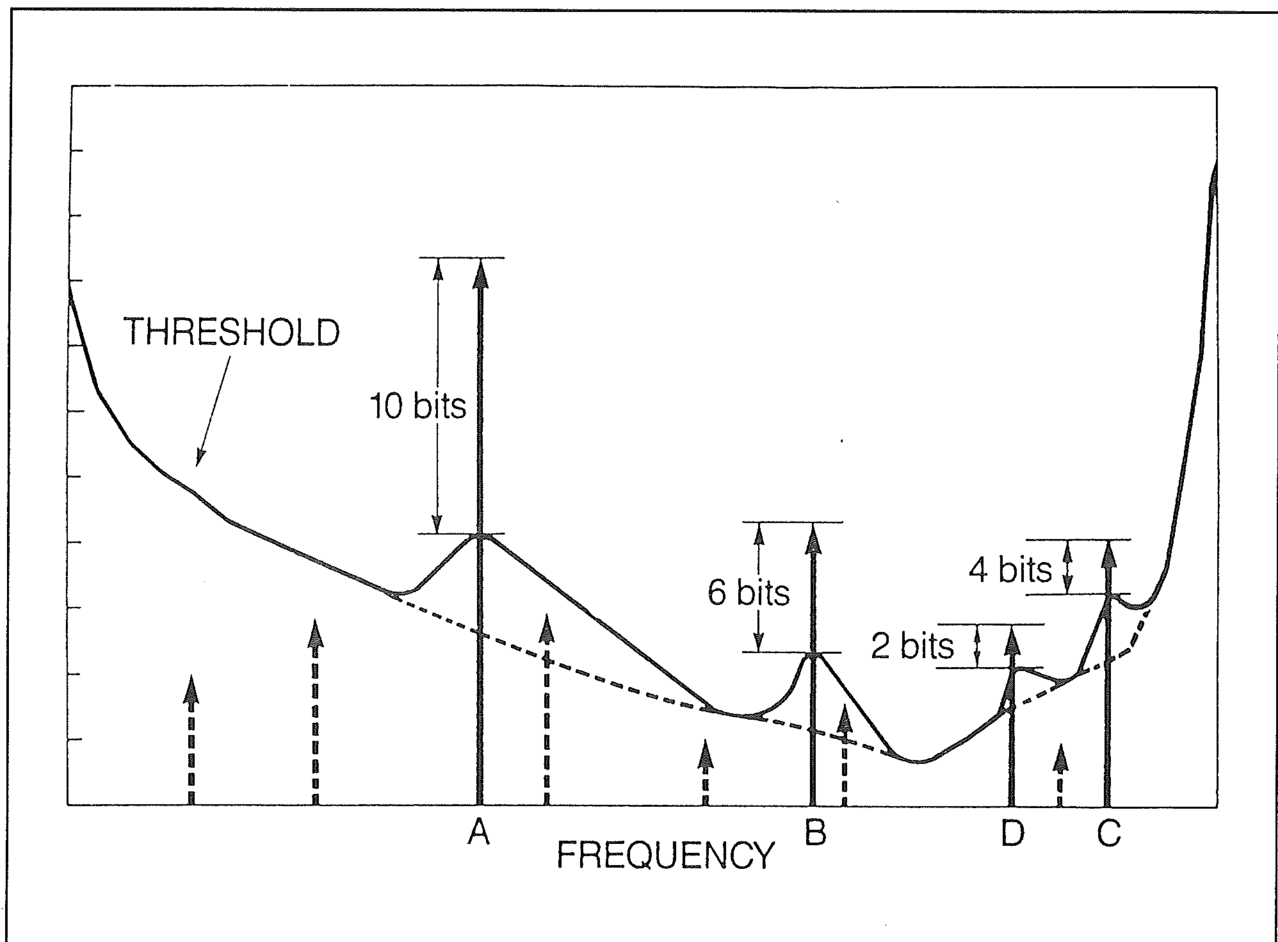
Figuur 3/20.11-3: Het maskeereffect van het menselijke gehoor.

Het MP3-algoritme houdt rekening met deze twee maskeereffecten. De software voert een continue analyse uit van het amplitudeverloop in ieder van de sub-bandjes, vergelijkt de gegevens van een sub-band met de analyses van de aangrenzende sub-bandjes en analyseert bovendien het amplitudeverloop in functie van de tijd. Aan de hand van al deze gegevens besluit de processor of de software welke signalen wel en welke signalen niet verder worden verwerkt.

Adaptive bit allocation

De volgende stap is dat alles dat boven de gehoor- en maskeerdrempels ligt digitaal verwerkt moet worden. MP3 werkt met een zogenoemde *"floating point quantisering"*. Dit is een dynamisch proces, waarbij MP3 alleen zoveel bits aan een monster toewijst als nodig voor het quantiseren van het monster.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen



Figuur 3/20.11-4: De adaptieve bit-toekenning zorgt voor een zeer forse data-reductie.

Voor het ene monster kan dat noodzakelijke aantal bits bijvoorbeeld 19 bedragen, voor een volgend monster kan het echter best zijn dat 4 bits volstaan. De bits van ieder monster worden ingedeeld in twee groepen. Een aantal bepaalt een zogenoemde schaalfactor, de overige bits staan ter beschikking voor de quantisering van het monster. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.11-4.
In deze figuur worden tien monsters beschouwd in tien verschillende subbandjes. De gestippeld getekende monsters worden niet gequantiseerd, omdat zij onder de drempels van het gehoor liggen. Blijven dus over de monsters A, B, C en D. Het gedeelte van de amplitude dat onder de threshold-curve ligt kan in één keer gedefinieerd worden door een schaal-constante in te voeren. Deze constante is natuurlijk voor iedere sub-band anders. De waarde van de schaalfactor wordt opgeslagen in de eerste bits. Nadien codeert MP3 alleen dat deel van de amplitude dat boven de gehoordrempel ligt. Bovendien kijkt het systeem naar de grootte van deze amplitudes. Signaal D zit bijvoorbeeld maar iets boven de gehoordrempel en wordt met slechts 2 bits gecodeerd. De amplitude van signaal A is echter groot en MP3 stelt daarvoor dan ook bijvoorbeeld tien bits ter beschikking. Zo

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

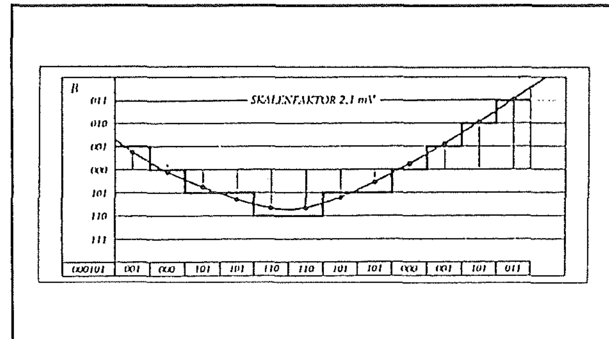
zal het dus maar zelden voorkomen dat MP3 de 16 standaard bits van CD-Audio of WAV nodig heeft om één sample te quantiseren, hetgeen een aanzienlijke codereductie tot gevolg heeft.

Middeling van het gemiddelde niveau

Een verdere data-reductie wordt bereikt door de digitale codes van diverse opeenvolgende monsters in een zogenoemd *"raam"* samen te voegen.

Onderzoeken hebben uitgewezen dat de gemiddelde waarde van een geluidssignaal, vergeleken met de samplingfrequentie van 44,1 kHz, maar zeer langzaam varieert. Dat wil zeggen dat men van een reeks opeenvolgende samples een gemiddelde waarde kan berekenen en dat de individuele samples maar weinig van deze waarde zullen afwijken. Vandaar dat deze gemiddelde signaalwaarde over een periode van een aantal samples wordt berekend en dat deze eenmalig in een digitale schaalfactor wordt ondergebracht. Nadien volstaat het voor deze monsters alleen de afwijkingen van de gemiddelde waarde in de code op te nemen. Hiervoor volstaan in de meeste gevallen drie bits. Dit principe wordt in figuur 3/20.11-5 toegelicht aan de hand van een voorbeeld. Het analoge signaal schommelt in dit voorbeeld rond een gemiddelde waarde van 2,1 mV. MP3 berekent deze waarde en stelt de schaal-factor voor deze monsters vast op "L-L-L-H-L-H". Nadien berekent de software de amplitude-afwijking van ieder monster ten opzichte van de gemiddelde waarde en codeert deze met drie bits.

Voor het volledig definiëren van de twaalf monsters uit dit voorbeeld zou MP3 dus slechts 6+(12*3)=42 bits nodig hebben, heel wat minder dan de 12*16=192 bits van CD-Audio of WAV.



Figuur 3/20.11-5: Door de gemiddelde waarde vast te stellen voor een aantal opeenvolgende monsters wordt een verdere aanzienlijke data-reductie bereikt.

Discrete cosinus transformatie

Een volgende stap in de reductie van de hoeveelheid data wordt bereikt door beroep te doen op DCT oftewel "Discrete cosinus transformatie". DCT is een proces, waarbij een zogenoemd "tweedimensioneel continu amplitudeverloop" kan omgezet worden in een zogenoemd "ruimtelijk discreet frequentiespectrum". Een aantal, bijvoorbeeld 64, bytes van de data-stroom wordt opgenomen in een matrix, zie figuur 3/20.11-6, matrix 1. In ieder hokje van de matrix staat één byte en de getalletjes in de hokjes geven de waarde van de bytes in normale decimale getallen weer. Men kan zich nu, met enige verbeelding, deze 64 getallen voorstellen door staafjes van een staven-grafiek. Het door de bovenzijde van deze staven gevormd oppervlak vertoont een golving, omdat de bytes uiteraard niet allemaal dezelfde waarde hebben. Dit golvend oppervlak van de bovenzijde van de bytestaafjes is nu een "tweedimensioneel continu amplitudeverloop", enigszins te vergelijken met het golvend Limburg heuvellandschap.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

139	144	149	153	155	155	155	155
144	151	153	156	159	156	156	156
150	155	160	163	158	156	156	156
159	161	162	160	160	159	159	159
159	160	161	162	162	155	155	155
161	161	161	161	160	157	157	157
162	162	161	163	162	157	157	157
162	162	161	161	163	158	158	158

1

1260	-1	-12	-5	2	-2	-3	1
-23	-17	-6	-3	-3	0	0	-1
-11	-9	-2	2	0	-1	-1	0
-7	-2	0	1	1	0	0	0
-1	-1	1	2	0	-1	1	1
2	0	2	0	-1	1	1	-1
-1	0	0	-1	0	2	1	-1
-3	2	-4	-2	2	1	-1	0

2

79	0	-1	0	0	0	0	0
-2	-1	0	0	0	0	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

3

Figuur 3/20.11-6: De drie stappen in het proces van de "discrete cosinus transformatie".

Een dergelijk ruimtelijk verloop kan nu, door middel van de wiskundige theorie die "discrete cosinus transformatie" heet, worden omgezet in een coëfficiëntenmatrix, zie matrix 2. Het eerste dat opvalt is dat de getallen in deze matrix veel kleiner zijn dan de getallen in de eerste matrix. De getallen stellen nu géén decimale inhouden van de bytes meer voor, maar wiskundige coëfficiënten die het verloop in de "golving" van de amplitude van de bytes op een bepaalde manier beschrijven. Deze coëfficiënten worden de "harmonischen" genoemd. Toch kan men, door op matrix 2 een "inverse discrete cosinus transformatie" (IDCT) toe te passen uit deze coëfficiënten weer alle bytes nauwkeurig herberekenen.
Het grote voordeel van de "DCT" is dat, onderzoek de DCT-matrix 2, er een heleboel hogere harmonischen zijn die een erg kleine waarde hebben. In feite zit de belangrijkste informatie nu alleen in de linker bovenhoek van de matrix. Een heel groot verschil met de grote getallen over de gehele matrix 1. Als al die kleine waarden van de hogere harmonischen op nul worden gesteld, zal dat nauwelijks gevolgen hebben voor het verloop van het deeltje van het audio-signaal, dat in de matrix 1 werd opgenomen. De DCT bereidt het systeem dus voor op een grote compressieslag, die in de volgende fase tot stand komt.

De quantisering van de DCT-matrix
Quantiseren komt er op neer dat grote getallen worden omgezet in kleinere getallen door de grote getallen te delen door een bepaalde factor. Kleine getallen worden door deze deling tot nul gereduceerd. Als men dus de gegevens uit een DCT-matrix 2 quantiseert, dan zullen er een heleboel nullen in de matrix ontstaan. Als bijvoorbeeld gequantiseerd wordt door alle DCT-waarden te delen door 8, dan blijven er na de deling nog maar zes waarden over die niet gelijk zijn aan nul, zie matrix 3. Alle overige DCT-waarden zijn namelijk kleiner dan acht en worden tot nul gereduceerd als zij door acht gedeeld worden. Het aantal nullen in de matrix neemt toe en daarmee de compressiefactor (zie verder), maar bij het herwinnen van de audio-gegevens zal de originele matrix dus veel minder nauw-

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

keurig gereconstrueerd worden dan zonder deze deling het geval zou zijn. Matrix 2 is middels "IDCT" volledig om te zetten in matrix 1. Zelfs als men alle waarden uit matrix 3 weer met acht vermenigvuldigd en nadien "IDCT" toepast, zal men maar een benadering krijgen van de waarden in matrix 1. Het invoeren van de quantisering op de DCT-matrix heeft dus tot gevolg dat het originele geluid niet meer exact herwonnen kan worden, maar deze vervorming is blijkbaar zo klein dat het menselijk gehoor er volledig ongevoelig voor is!

Het vormen van de seriële datastroom

Na het quantiseren van de DCT-matrixen worden de gegevens zigzaggend uit de matrixen uitgelezen, zodat een seriële datastroom ontstaat. Het gevolg van deze zigzaggende uitlezing is dat er in de code vaak een heleboel nullen achter elkaar staan. Als de gegevens zigzaggend uit matrix 3 worden uitgelezen bestaat de seriële code van dit blok uit negen getallen die niet gelijk zijn aan nul en nadien uit 55 nullen. Met dergelijke gegevens kunnen compressie-algoritmen wel overweg!

De run length codering

Een eerste stap bij het reduceren van al deze nullen is de zogenoemde "run length codering". Een data wordt voorgesteld door acht bits, onder de vorm van RRRR-SSSS. In de vier R-bits wordt het aantal data gecodeerd dat gelijk is aan nul en voor de te coderen data staat. In de S-bits wordt de waarde van de data binair gecodeerd. In figuur 3/20.11-7 is een voorbeeldje ter verduidelijking gegeven. De "volgorde" geeft de seriële datastroom weer, de "decimale code" de waarde van een data uit de stroom. Data "001" heeft een waarde van 5. De codering van de R-bits is in dit voorbeeld onduidelijk omdat niet bekend is hoeveel nul-data vooraf gaan. De S-bits worden gecodeerd met "H-L-H-L", de binaire representatie van het decimale getal "005". Nadien volgen 9 data die gelijk zijn aan nul. Deze worden niet gecodeerd. Het elfde data heeft "006" als decimale code. Omdat er negen "000"-data vooraf gaan, worden de R-bits gecodeerd met "H-L-L-H", de binaire code voor 9. De S-bits worden gecodeerd als "0110", de binaire voorstelling van de decimale code "006". Dank zij deze codering worden de lange "000"-stromen heel efficiënt gecodeerd is slechts één byte, hetgeen een zeer grote data-reductie oplevert.

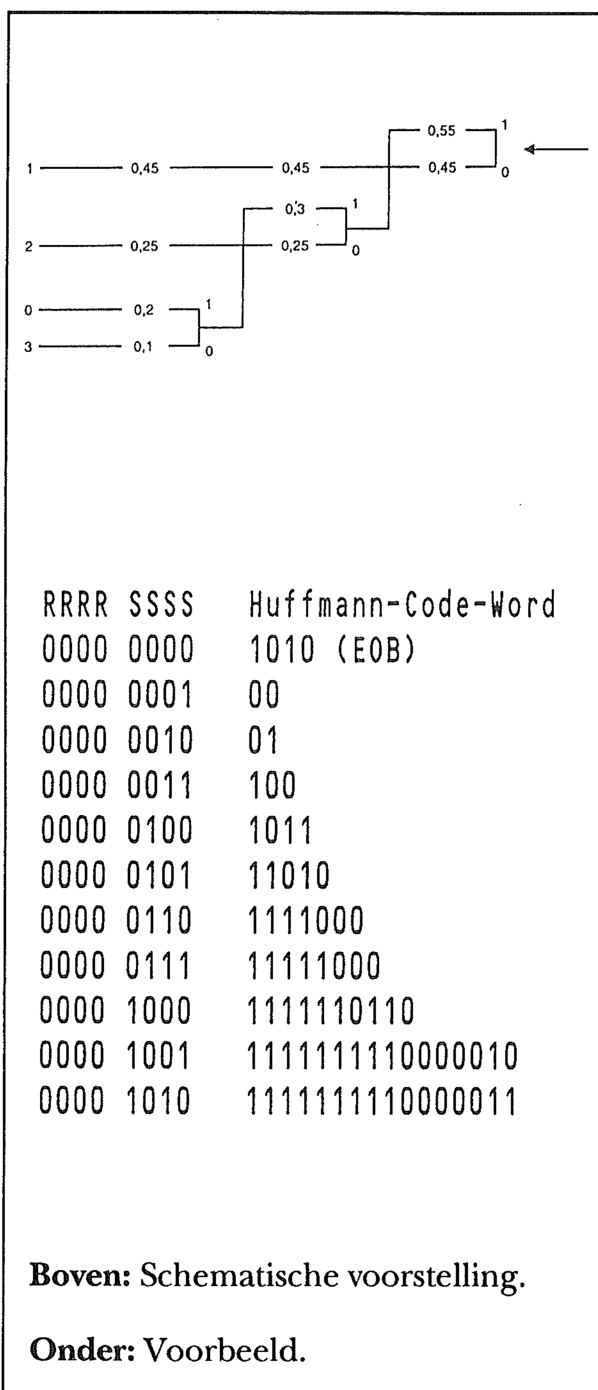
VOLGORDE	DECIMALE CODE	RUN LENGTH CODE
001	005	XXXX 1010
002	000	
003	000	
004	000	
005	000	
006	000	
007	000	
008	000	
009	000	
010	000	
011	006	1001 0110

Figuur 3/20.11-7: Het principe van de "run length coding".

De entropie-codering via Huffmann

In de laatste stap van het MP3-algoritme worden de run length bytes onderworpen aan een zogenoemde "entropie-codering" volgens Huffmann. Bij de Huffmann-codering wordt een seriële datastroom beetje bij beetje onderzocht op het statistisch voorkomen van bepaalde codes. Codes die het vaakst aanwezig zijn worden nadien gecodeerd met slechts twee bits. Codes die iets minder vaak aanwezig zijn worden gecodeerd met drie bits.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen



RRRR	SSSS	Huffmann-Code-Word
0000	0000	1010 (EOB)
0000	0001	00
0000	0010	01
0000	0011	100
0000	0100	1011
0000	0101	11010
0000	0110	1111000
0000	0111	11111000
0000	1000	1111110110
0000	1001	1111111110000010
0000	1010	1111111110000011

Boven: Schematische voorstelling.

Onder: Voorbeeld.

Figuur 3/20.11-8: Een voorbeeld van de manier waarop entropie-codering een aanzienlijke reductie in de data-stroom veroorzaakt.

De code die het minst aanwezig is wordt gecodeerd met de langste binaire code die het algoritme toelaat. Een en ander wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/20.11-8. In dit voorbeeld komt de code "L-L-L-L-L-L-L-L" blijkbaar het vaakst voor in het onderzochte deel van de seriële data-stroom en wordt gecodeerd met slechts twee bits. De code "L-L-L-L-H-L-H-L" komt het minst vaak voor en wordt gecodeerd met 16 bits. Uiteraard is het noodzakelijk dat per onderzocht deel van de data-stroom een "code-conversie" wordt genoteerd. Dat kost natuurlijk extra bits, maar dit weegt niet op tegen de reductie in codering van de data-stroom.
Het zal duidelijk zijn dat ook dit systeem een grote data-reductie tot gevolg heeft. De RRRR-SSSS codes van de run length codering, ieder goed voor acht bit, worden via Huffmann omgezet in codes, die gemiddeld genomen veel korter zijn.

Frequentie-begrenzing
De combinatie van alle beschreven technieken levert een data-reductie om met gemiddeld een factor 13. De WAV-stroom met zijn snelheid van 1,4 Mb/s kan dus gereduceerd worden tot gemiddeld 107 kb/s. Omdat echter de ingewikkelde signaalbewerkingen alleen terugberekend kunnen worden als er in de datastroom ook nog eens allerlei conversiegegevens worden opgenomen, moet men in de praktijk rekenen met een gemiddelde datastroom van 125 kb/s. Dat past precies in de capaciteit van 128 kb/s, die de twee gecombineerde B-kanalen van een ISDN-aansluiting te bieden hebben. Voor het trage Internet met zijn analoge modems met maximaal 28,8 kb/s transferrate is die 125 kb/s nog veel te snel om "real time" audio mogelijk te maken. Vandaar dat als laatste compressie-systeem een radicale frequentie-begrenzing van het audio-signaal is ingevoerd. MP3 levert

in de allerhoogste kwaliteit met 125 kb/s een audio-bandbreedte van 20 Hz tot 20 kHz. Door het frequentiebereik aan de hoge kant te beperken, kan men een laatste data-reductie tot stand brengen, maar uiteraard gaat dit wél ten koste van de geluidskwaliteit.

Zes kwaliteitsstandaarden

De ontwerpers van MP3 hebben dan ook zes kwaliteitsstandaarden gespecificeerd, die ieder het geluidsspectrum slechts tot een bepaalde maximale frequentie doorlaten en die ieder een maximale bit-rate en een specifiek toepassingsgebied hebben:

- **"telephone sound":**
  mode: mono
  maximale frequentie: 2,5 kHz
  maximale bitrate: 8 kb/s (!)
  maximale data-compressie: 96/1 (!)
  toepassing: spraak in telefoon kwaliteit, in "real time" over het Internet te versturen en af te spelen
- **"better than shortwave":**
  mode: mono
  maximale frequentie: 4,5 kHz
  maximale bitrate: 16 kb/s
  maximale data-compressie: 48/1
  toepassing: muziek van slechte kwaliteit, maar nog zonder problemen "real time" via een goede Internet-verbinding te verwerken
- **"better than AM-radio":**
  mode: mono
  maximale frequentie: 7,5 kHz
  maximale bitrate: 32 kb/s
  maximale data-compressie: 24/1
  toepassing: geluid van betere kwaliteit, geschikt voor snelle volledig digitale Internet-verbindingen
- **"similar to FM-radio":**
  mode: stereo
  maximale frequentie: 11 kHz
  maximale bitrate: 64 kb/s
  maximale data-compressie: 26/1
  toepassing: snel downloaden van muziek-clip's, die een goede indruk geven van de muziek, maar waar geen hoge kwaliteitseisen aan worden gesteld
- **"near-CD":**
  mode: stereo
  maximale frequentie: 15 kHz
  maximale bitrate: 96 kb/s
  maximale data-compressie: 16/1
  toepassing: uitstekende muziekkwaliteit, in de toekomst geschikt voor het per Internet tegen betaling bestellen van muziek met CD-Audio kwaliteit
- **"CD":**
  mode: stereo
  maximale frequentie: >15 kHz
  maximale bitrate: 128 kb/s
  maximale data-compressie: 14/1
  toepassing: professionele audiotoepassingen, bijvoorbeeld geluid via ISDN versturen van een opname-locatie naar de studio

Conclusie

In tegenstelling tot PASC en MPEG werd MP3 van in den beginne ontwikkeld met als grootste doel het zoveel mogelijk reduceren van de data-rate. Dat de ontwikkelaars hierin volledig zijn geslaagd mag blijken uit onderstaand voorbeeld.
Een klassieke compositie, met een ongecodeerde data-rate van 3.523 kB/s, werd MP3-gecodeerd met de verschillende kwaliteitsfactoren. de resultaten:

- compressie-verhouding 1/88:
  8 kb/s, 8 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/44:
  16 kb/s, 16 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/44:
  32 kb/s, 16 kHz, stereo
- compressie-verhouding 1/25:
  56 kb/s, 22,05 kHz, stereo

- compressie-verhouding 1/18:
  40 kb/s, 22,05 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/15:
  48 kb/s, 44,1 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/15:
  96 kb/s, 44,1 kHz, stereo
- compressie-verhouding 1/13:
  56 kb/s, 44,1 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/13:
  112 kb/s, 44,1 kHz, stereo
- compressie-verhouding 1/11:
  64 kb/s, 44,1 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/11:
  128 kb/s, 44,1 kHz, stereo
- compressie-verhouding 1/7:
  96 kb/s, 44,1 kHz, mono
- compressie-verhouding 1/7:
  192 kb/s, 44,1 kHz, stereo

Toepassingen van MP3

Inleiding
Vooropgesteld moet worden dat MP3 géén modeverschijnsel is en aan het uitgroeien is tot een internationale standaard. Dit compressie-algoritme wordt zeer serieus genomen en er zijn talrijke professionele toepassingen. Een halfgeleiderfabrikant als Thomson heeft reeds hardware-encoders op de markt gebracht en satelliet-organisaties gebruiken MP3 om de bandbreedte van hun satellieten maximaal te benutten. In de volgende paragrafen wordt een aantal van deze professionele toepassingen beschreven.

Audio via ISDN
Smalband Euro-ISDN heeft een bandbreedte van 64 kb/s per kanaal. ISDN biedt echter de mogelijkheid diverse B-kanalen te verenigen tot een H-kanaal met een verhoogde bandbreedte. Schakelt men twee B-kanalen "parallel", dan ontstaat een data-rate van 128 kb/s, net goed genoeg voor het transporteren van de "CD"-kwaliteit van MP3. Professionele radio-stations gebruiken MP3 tegenwoordig om op een goedkope manier via ISDN-lijnen audio van A naar B te transporteren. Een paar voorbeelden.

- Radio FFN
  Radio FFN is een vrije radiozender in Niedersachsen, Duitsland. Reeds in 1992 besloot dit station hun van de Duitse Telecom gehuurde zeer dure hoge kwaliteit analoge telefoonlijnen te vervangen door goedkope normale ISDN-lijnen en de audio-gegevens die aangeleverd werden door locale studio's via MP3 naar de centrale studio te versturen. Jaarlijkse besparing: ongeveer *f* 600.000,00!
- Olympische Winterspelen in Albertville
  Bij deze spelen werden alle audioverbindingen tussen de diverse sportlocaties en de centrale studio in Meribel verzorgd via MP3-encoders en -decoders.
- International Music Festival, Bergen, 1992
  Als experiment werd een concert gegeven dat werd uitgevoerd op twee plaatsen. In de kerk van Trondheim werd een orgel bespeeld, in Bergen werd gespeeld door een symfonie-orkest. Alle audio-verbindingen tussen beide plaatsen en de centrale studio werden via MP3 gerealiseerd.

Digital Satellite Broadcasting
Onder leiding van "WorldSpace" wordt gewerkt aan een internationale digitale radio-omroep. Eind 1999 moeten vijf geostationaire satellieten, "AfriStar 1", "CaribStar 1", "AsiaStar 1", "EuroStar 1" en

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

"AmericStar 1" een wereldwijd netwerk vormen, waarlangs belangrijke gebeurtenissen (eenmalige concerten, belangrijke toespraken, vergaderingen en operavoorstellingen) wereldwijd verspreid worden. Alle audio-transporten zullen uitgevoerd worden via MP3 codec's.
"WorldSpace" heeft contracten afgesloten met de belangrijke Europese chipproducenten SGS-Thomson en ITT-Intermetall voor de productie van twee miljoen MP3 decoderchip's, die zullen worden gebruikt bij de fabricage van speciale low cost "WorldSpace"-ontvangers. Vanwege de geografische spreiding van de vijf satellieten zullen deze ontvangers wereldwijd alle uitzendingen kunnen ontvangen door gebruik te maken van een zeer compacte schotel-antenne.

Internet-applicaties
Een van de meest belovende toepassingen van MP3 is "Audio on Demand" via het Internet. De bedoeling is dat uitgeverijen van muziek, die hun producten nu op CD-Audio uitgeven, overschakelen naar levering via het Internet. Een compressietechniek als MP3 is hiervoor echter absolute noodzaak. De meeste Internetgebruikers werken nog steeds met analoge modem's met maximale baud-rates van 28,8 kb/s. De praktische rate van het Internet is uiteraard niet alleen afhankelijk van de toegepaste modem's maar van de gehele structuur van het net. Maar zelfs in de idealistische veronderstelling dat een Internet-verbinding werkt met de maximale snelheid van 28,8 kb/s duurt het ongeveer twee uur om een drie minuten durend muzieknummer (grootte ongeveer 31,7 MB) in WAV-formaat te downloaden. Het zal duidelijk zijn dat niemand dit accepteert, zodat een compressie-techniek als MP3 absolute noodzaak is om een dergelijke ontwikkeling te laten slagen. In de allerhoogste kwaliteit levert MP3 een compressie op van 14/1, zodat het transporteren van het als voorbeeld aangehaalde nummertje slechts iets langer dan 9 minuten duurt.

MP3 en de trendsetters
MP3 staat volop in de aandacht van de trendsetters van de PC-wereld:
- MicroSoft
  MicroSoft heeft aangekondigd MP3 te ondersteunen in haar nieuwe "NetShow MultiMedia" server-technologie.
- MacroMedia
  De bekende MultiMedia productietools "Director MultiMedia Studio 2" en "SoundEdit 16" zullen worden voorzien van encoders om PM3 op te nemen in het "ShockWave"-formaat.
- "Internet Radio"
  Bedrijven als Telos en Opticom werken aan hard- en software die het Internet zullen omvormen tot een internationale radio-zender/ontvanger. Een bitrate van 16 kb/s levert met MP3 immers een kwaliteit op die goed genoeg is voor spraak. De bedoeling is dat er sites ontstaan, die continu nieuwsberichten in "real time" uitzenden, zowel voor algemeen als voor specialistisch gebruik. Telos en Apple werken samen aan de ontwikkeling van de "MP3 NetCoder", een chip die in staat is analoge audiogegevens in "real time" om te zetten in een met MP3 gecodeerde digitale datastroom.
- LPT- en ISA-bus decoders
  Dialog 4 en NSM zijn bezig met de ontwikkeling van low cost decoderhardware voor MP3. De bedoeling is dat PC's, voorzien van zeer goedkope 486DX-33 processoren, dank zij ISA-decoderkaarten in staat zijn alle MP3-

formaten in "real time" weer te geven. Proton Data werkt aan de ontwikkeling van een via de parallelle poort werkende decoder (CenLay3), met hetzelfde doel.

- Software
  Diverse firma's hebben softwarematige MP3-encoders en -decoders op de markt gebracht voor professioneel gebruik. Een van de bekendste koppels is "L3ENC" en "L3DEC" van Opticom. Ook zijn er reeds diverse shareware en freeware encoders en decoders beschikbaar (zie verder), voor alle bekende PC-platforms.
- Sound on Silicon
  MP3 gecodeerde audio-files zijn als het ware geschapen voor opslag in flash-geheugens.
  Deze geheugens zijn bruikbaar in automatische mededelingsystemen op stations, in luchthavens, in treinen, metro's, vliegtuigen, telefooncentrales, winkelcentra, etc. Siemens werkt aan de zogenoemde "ROS-technologie" waarbij ROS het letterwoord is van "Record On Silicon". Deze geheugenchip's hebben een opslagcapaciteit van 64 MB en kunnen meer dan 18 uur (!) "better than AM radio" MP3-geluid bevatten.

Het MMP

De voorspelde groei in de verspreiding van MP3-gecodeerde audio-informatie via algemeen toegankelijke kanalen als het Internet heeft natuurlijk auteursrechtelijke consequenties. Muziek valt onder de auteurswet en mag niet zomaar gratis verspreid worden. Om dit probleem te ondervangen hebben de ontwerpers van MP3 een soort protectie-protocol gedefinieerd, dat momenteel standaard in de MP3-code is verweven.

Dit protocol, "MultiMedia Protection Protocol" genoemd, heeft de onderstaande opties:

- Unlocking playback:
  MP3-files kunnen zonder enige beperking worden afgespeeld op de eigen PC-configuratie.
- Copyright Protection:
  De audio-data kunnen voorzien worden van een bepaalde code, waardoor zij alleen in "real time" van een server naar een client kunnen worden gestuurd voor weergave in een WWW-browser, maar waarbij het onmogelijk is de datastroom op te slaan op de harde schijf van de client.
- Title Associated Data:
  De MP3-code wordt voorzien van gegevens over componist, uitvoerende(n) en auteursrechten. Deze gegevens worden in het venster van de MP3-player zichtbaar.
- Expire Date:
  Een uiterste gebruiksdatum kan in de MP3-data verweven worden. Nadien kan de file niet meer afgespeeld worden.

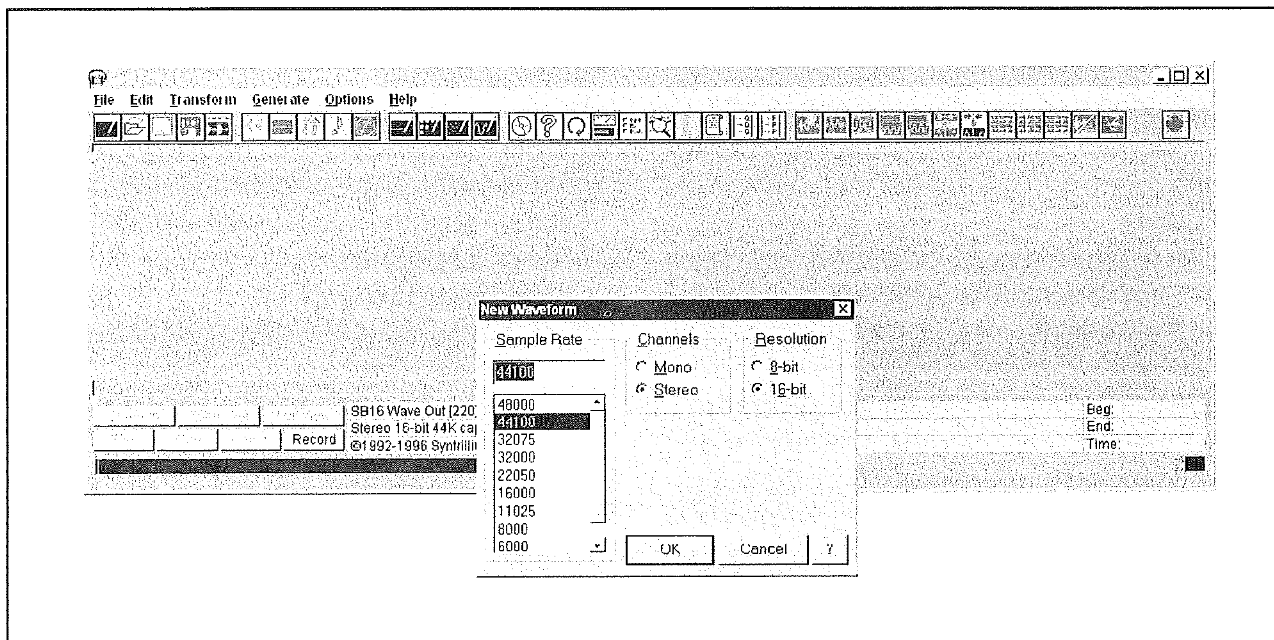
Opticom heeft een zogenoemde "MMP-tagger" ontwikkeld, die de MMP-gegevens in een MP3-stroom kan verwerken.

MP3 in de praktijk

Inleiding

Zakelijke en particuliere PC-gebruikers/sters, die de MP3-technologie op de een of andere manier willen gaan toepassen, zitten met het probleem dat er onbekende software aan te pas komt om CD-Audio- of WAV-bestanden om te zetten naar MP3 en nadien terug naar WAV.
In principe zijn vier stappen noodzakelijk:

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen



Figuur 3/20.11-9: Met "CoolEdit 95" kan men analoge audiosignalen van cassette of microfoon omzetten naar WAV en er nadien alle denkbare manipulaties op loslaten.

- eigen geluidsbronnen omzetten naar WAV-formaat;
- CD-Audio bestanden verliesvrij omzetten naar WAV-bestanden (CD-ripping);
- WAV-bestanden omzetten naar MP3-bestanden (MP3-encoding);
- MP3-bestanden afspelen (MP3-decoding en/of -playing).

Eigen geluidsbronnen

Microfoon en geluidskaart

Wat dit punt betreft verandert er niets. Men heeft een goede geluidskaart nodig, met een LINE- en een MIC-ingang. Op de LINE-ingang kan bijvoorbeeld een cassetterecorder worden aangesloten, op de MIC uiteraard een goede ruisvrije microfoon. De analoge geluidsignalen moeten worden omgezet in WAV-formaat, met een sampling-frequentie van 44,1 kHz, stereo-mode en een monsterbreedte van 16 bit. Windows biedt hiervoor de vrij Spartaanse "Geluidsrecorder" aan, maar alle goede WAV-editors hebben de mogelijkheid analoog geluid via de ADC's van de geluidskaart te digitaliseren en nadien te bewerken.

CoolEdit 95

Een van de beste programma's is "CoolEdit 95", waarvan figuur 3/20.11-9 een indruk geeft. Na aanklikken van de knop "Record" verschijnt het getoonde venstertje "New Waveform" in beeld, waarin men de gewenste opties kan instellen.
Nadat het geluid is opgenomen, kan men er werkelijk alle mogelijke manipulaties op loslaten. Een alles behalve compleet overzicht:

- stilte invoegen;

- echo toevoegen;
- nagalm introduceren;
- filterbewerkingen uitvoeren;
- vervormingen introduceren;
- allerlei elektronische geluidseffecten toevoegen;
- verschillende WAV-files mengen;
- noise-gates instellen;
- limiter-effecten introduceren;
- expander-effecten introduceren;
- flanger-effecten toevoegen.

Nadien kan het bewerkte audio-signaal weer als WAV-file naar de harde schijf geschreven worden.

CD-ripping

Inleiding

Naast van zélf opgenomen geluiden zal men vaak gebruik moeten maken van geluiden of muziek die op CD-Audio staan. Natuurlijk moet men hierbij uiterst zorgvuldig omgaan met eventuele auteursrechten. Er zijn echter tal van auteursrecht-vrije CD's op de markt, die vol staan met "Muzac" en/of geluidseffecten. Men kan natuurlijk de geluiden die op zo'n CD-Audio staan via de CD-ROM speler afspelen en het analoge uitgangssignaal toevoeren aan de LINE-ingang van de geluidskaart.

Een tamelijk vreemde constructie, omdat er dan twee maal geluidsvervorming wordt geïntroduceerd: de digitale code op de CD-Audio wordt eerst via de DAC's in de CD-ROM speler omgezet in analoge audio en nadien via de ADC's van de geluidskaart weer in digitale codes. Veel beter is het de digitale code op de CD-Audio met geschikte software rechtstreeks om te zetten in WAV-formaat. Deze techniek noemt men "CD-ripping".

Het grote probleem is dat niet alle CD-ROM drives in staat zijn de gegevens op de CD-Audio digitaal via de bus uit te lezen en niet iedere CD-ripper met iedere CD-ROM drive kan samenwerken. Als het goed is levert iedere leverancier van een CD-ripper een "compatibiliteits-lijst", waarin staat welke CD-ROM drives ondersteund worden.

WinDAC32

Een van de beste CD-rippers is "WinDAC32".

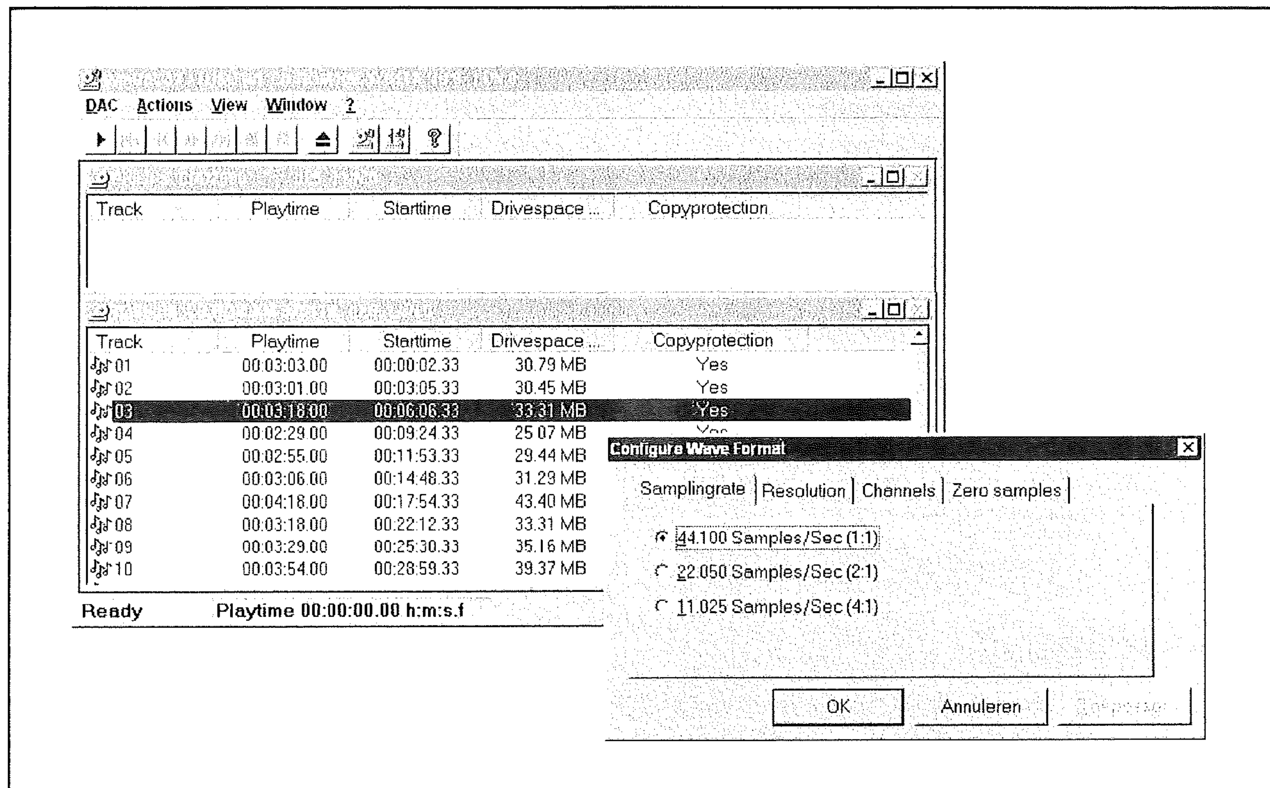
Dit programma ondersteunt alle populaire CD-ROM drives met SCSI- of IDE/ATAPI-interface en is heel intuïtief te bedienen. Men legt de CD-Audio in de lade van de CD-ROM drive en start het programma op.

In het werkscherm dat verschijnt, zie figuur 3/20.11-10, krijgt iedere in het systeem aanwezige CD-ROM of CD-R drive een eigen venstertje. Als de drives via een SCSI-bus op de PC zijn aangesloten, is "WinDAC32" in staat automatisch de typenummers van de apparatuur te herkennen. In dit voorbeeld ligt de CD-Audio in de SCSI Toshiba-drive XM-3701A en men kan nu de track of de track's die men in WAV wil omzetten aanklikken. Natuurlijk bestaat de mogelijkheid track's af te spelen, zodat men kan horen welk geluid achter de cryptische benaming "Track-03" verborgen zit.

Via het venstertje "Configure Wave Formaat" moet men ook hier 44.100 samples/s, 16 bit/sample en stereo instellen. Na een druk op "F2" worden de geselecteerde track's ***digitaal*** uit de spiraal van de CD-Audio gelezen en als WAV-bestand op de harde schijf opgenomen.

Nadien kan men de WAV-files, indien nodig, in "CoolEdit 95" laden en er bewerkingen op toe passen.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen



Figuur 3/20.11-10: Met "WinDAC32" kan men track's van een CD-Audio ***digitaal*** naar de harde schijf copiëren.

MP3-encoding

Van WAV naar MP3

De WAV-bestanden moeten vervolgens omgezet worden naar MP3-formaat. Hiervoor zijn tal van programma's ontwikkeld waarvan de meeste als shareware verkrijgbaar zijn.

L3ENC/L3DEC

Dit was de eerste MP3-encoder/decoder die op de markt kwam, ontwikkeld door het "Fraunhofer Institut". Het programma is beschikbaar voor alle platforms, behalve Windows, zodat PC-bezitters/sters het met de DOS-versie moeten stellen. Deze is voorgesteld in figuur 3/20.11-11, mét alle beschikbare parameters toegelicht. Het programma werkt, zelfs op Pentium-systemen, erg traag maar kan zelfs in de niet-geregistreerde versie werken tot de allerhoogste kwaliteitsnorm met een bitrate van 112 kb/s. De geregistreerde versie werkt zelfs tot 256 kb/s. De verkoop van de geregistreerde versie is uitbesteed aan de firma Opticom.
De start van het programma is erg eenvoudig, men gebruikt de commando-regel:
L3ENC.EXE WAVE01.WAV
WAVE01.MP3 -BR 112000 -HQ
De WAV-file WAVE01.WAV wordt hiermee omgezet in de MP3-file WAV01.MP3, waarbij een maximale bitrate van 112.00 kb/s wordt aangemaakt en het systeem in de hoogst mogelijke kwaliteit werkt, hetgeen uiteraard ten koste gaat van de snelheid van de codering.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen

```
usage:     l3enc <time-signal file> <bitstream file> -switches

switches:     -h display this help message
              -h <switch> displays more help for <switch> if available (*)
              -f <filename> read arguments from file

  -br    xxx * total bitrate, 8000<=bitrate<=256000    def.: 112000
  -dm        * downmix stereo to mono                  def.: off
  -hq          highest quality, reduced speed          def.: no
  -crc       * enable MPEG1/2 crc check                def.: off
  -anc   xxx * <file-name><rate>
  -sr    xxx * sampling rate of the input file         def.: 44100
  -spch        best quality for speech signal          def.: no
  -tfs         swap input time file                    def.: no
  -tfc   xxx   specifies channels in time signal file  def.: 2
  -mod   xxx   <obsolete>
  -esr   xxx   <obsolete>

*** Error in command line: required argument not present:   <time-signal file>
```

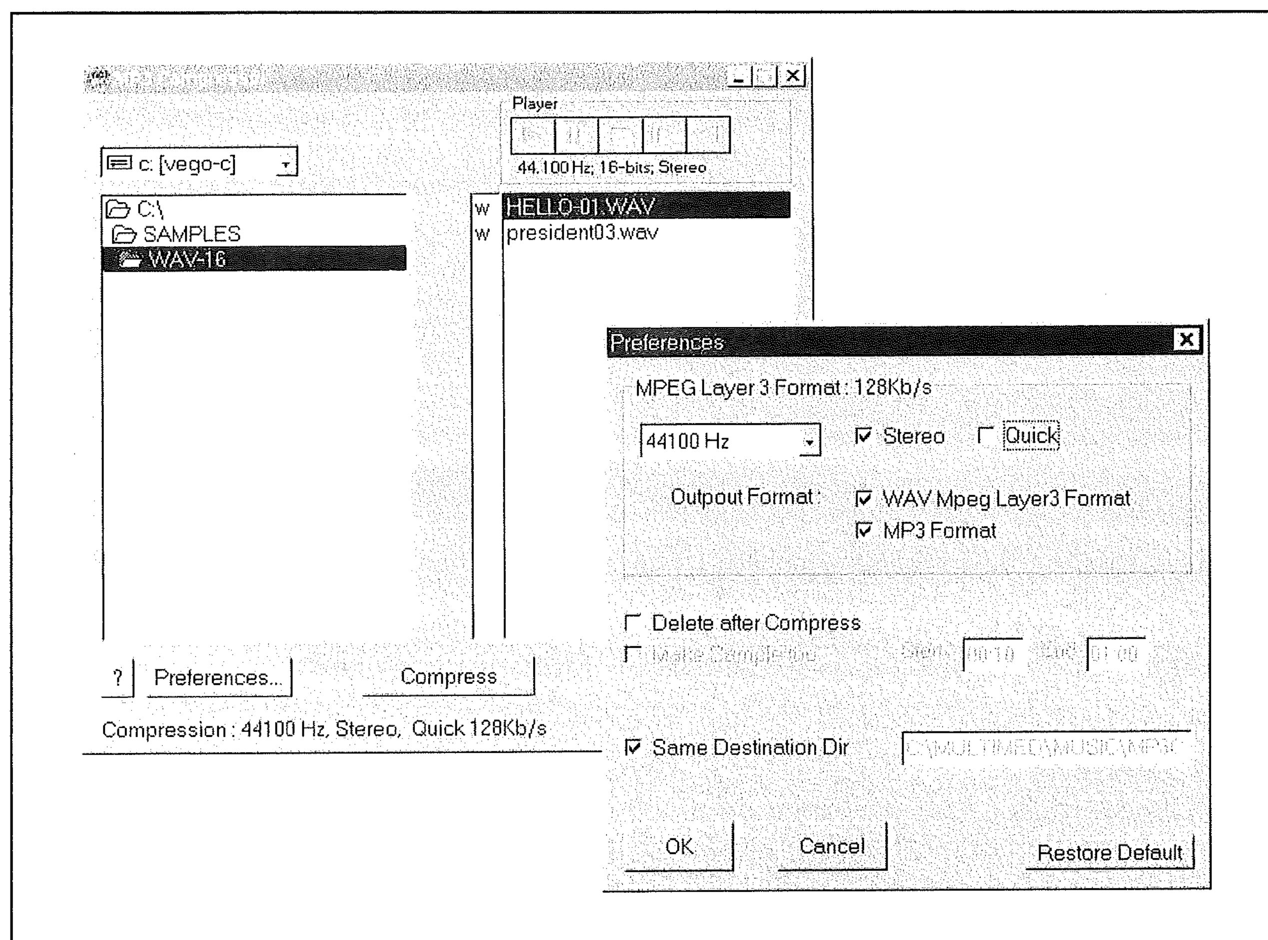
Figuur 3/20.11-11: Het DOS-programma L3ENC.EXE van het "Fraunhofer Institut".

MP3 Compressor

Algemeen wordt dit *freeware* programma beschouwd als de beste MP3-encoder onder Windows 95. Volgens de makers wordt gebruik gemaakt van de allerlaatste algoritmen die door het "Fraunhofer Institut" ontwikkeld zijn en zijn deze codes nadien geoptimaliseerd voor 32 bit verwerking. Het programma biedt een belangrijke optie, namelijk het encoderen in de achtergrond waarbij de prioriteit via een glijdende schaal instelbaar is. Stelt men een hoge prioriteit in, dan zal een groot deel van de processor-tijd gereserveerd worden voor de MP3-encoding en draaien alle overige geopende programma's natuurlijk heel traag. Verder kan men in één handeling meer dan een WAV-file aanklikken, zodat het bijvoorbeeld mogelijk is tientallen encodingen 's nachts te laten uitvoeren.

Na het opstarten verschijnt een eenvoudig werkvenster in beeld, zie figuur 3/20.11-12. In de linker lijst kiest men de directory, in de rechter lijst kan men de te behandelen WAV-files aanklikken. De knop "Preferences" geeft toegang tot het "Preference"-menu, waarin men de encoder-opties kan aanklikken. Het programma biedt negen compressieverhoudingen, van de maximale kwaliteit net een sampling-rate van 44,1 kHz tot de laagste kwaliteit waarbij de sampling-rate van de WAV-file word gereduceerd tot 8 kHz. Een belangrijke optie is het "Output Formaat". Men kan hier niet alleen het "echte" MP3-formaat aanklikken, maar ook "WAV Mpeg Layer-3". Het gevolg is dat de originele WAV-files worden omgezet in gecomprimeerde WAV-bestanden, die met iedere WAV-player af te spelen zouden zijn. Een data-reductie tot 10 % van de originele lengte behoort tot de mogelijkheden! Een op zich heel goed programma als "Goldwave" weigert echter deze files af te spelen, "CoolEdit 95" doet dat wél. Deze optie biedt dus een uitstekend middel om grote WAV-bestanden compact op de harde schijf op te slaan.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen



Figuur 3/20.11-12: De twee enige schermen van "MP3 Compressor".

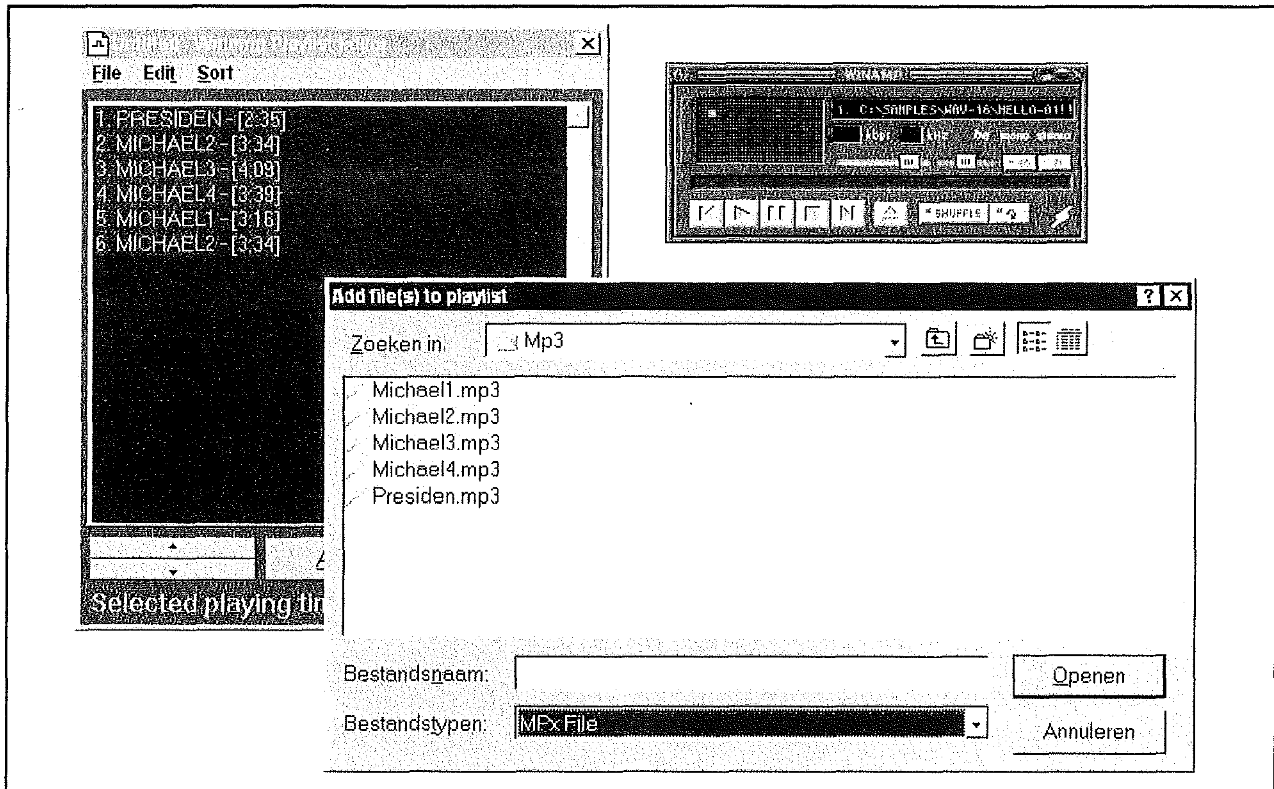
MP3-decoders en -players

Inleiding

De naar MP3-formaat omgezette audiobestanden moeten uiteraard ook nog eens een keertje afgespeeld worden. De meeste WAV-editors ondersteunen het afspelen van MP3 nog niet, net zomin als WWW-browsers. Wél zijn er voor programma's als "CoolEdit 95", "Internet Explorer" en "NetScape Navigator" plug-in's op de markt, die deze functionaliteit toevoegen. Omdat "real time"-audio via het Internet op dit moment nog in de experimentele fase is, zal men genoegen moeten nemen met het downloaden van MP3-files (die overigens in immense hoeveelheden op het Internet te vinden zijn) en deze nadien via een MP3-player afspelen of via een MP3-decoder omzetten naar WAV-formaat.

Er is een groot aantal MP3-encoders en -players op de markt. Een encoder doet niets anders dan een MP-3 bestand weer omzetten in WAV, een MP3-player laadt de MP3-bestanden en speelt deze af via de geluidskaart.

20.11 MP3: audio versturen via telecommunicatie-kanalen



Figuur 3/20.11-13: Drie venstertjes van de MP3-player "WinAmp".

WinAmp
Een van de beste MP3-players is ongetwijfeld "WinAmp". De nieuwste versie is V1.70 en is op 20 januari 1998 vrijgegeven. Met dit programma kan men een "playlist" van achter elkaar af te spelen MP3-files samenstellen, zie figuur 3/20.11-13. Deze lijst kan gesaved worden en bewerkt, bijvoorbeeld om nieuwe songs toe te voegen of vervelende liedjes te verwijderen. Het lijstje kan in de opgestelde volgorde afgespeeld worden, maar ook de van CD-spelers bekende "Shuffle"-functie staat ter beschikking.
Het programma, klein op het beeldscherm, mag niet onderschat worden, het heeft namelijk nogal wat mogelijkheden:

- Met de rechter muisknop klikken op onderdelen van de interface zet het bijbehorend menu in een venstertje.
- Het hoofdmenu bevat de opties:
  - About WinAmp;
  - Play File;
  - Play Location;
  - View File Info;
  - Graphic Equaliser;
  - Playlist Editor;
  - Options;
  - Playback;
  - Preferences;
  - Visalisation.
- MP3-files kunnen rechtstreeks vanuit de "Verkenner" naar het venstertje van "WinAmp" gesleept worden.
- Via "ALT+F3" komt men in de TAG-Editor, waarmee men alle "MutiMedia Protocol"-gegevens kan bekijken en eventueel veranderen.
- Door het dubbelklikken op de letters "hq" schakelt de player over naar het afspelen in de allerhoogste kwaliteit.

- Het programma ondersteunt het installeren van plug-in's, iets dat bij een in ontwikkeling zijnd medium als MP3 géén overbodige luxe is!
- Het programma kan verschillende malen geopend worden, zodat men snel van de ene naar de andere song kan overschakelen.
- De toetsen "Z" tot en met "B" bedienen de vijf standaard-functies van ieder weergave-apparaat:
  - Z: Vorig nummer;
  - X: Afspelen;
  - C: Pauze;
  - V: Stop;
  - B: Volgend nummer.
- Via "Alt+F" komt het hoofdmenu in beeld, met onder andere een "Preferences"-menu. Hierin zijn werkelijk alle zaken in te stellen die men maar kan verzinnen:
  - Program;
  - Display (oscilloscoop of analyser);
  - Visualisation;
  - Output;
  - Buffering;
  - Streaming;
  - Initial Setup;
  - Plug-in's.
- Het klikken op de knop "EQ" brengt een tien-band equaliser in beeld, die de kwaliteit van de geluidsweergave kan individualiseren. Ingestelde opstellingen kunnen op de harde schijf bewaard worden.

MP3 informatie

Een verwijzing naar de belangrijkste Internet-sites die over MP3 gaan:

- http://www.mp3.com
  Wie op zoek wil naar meer informatie over het MP3 gebeuren, kan een goede start maken op de site "http://www.mp3.com". Van een pagina "MP3 for Dummies", over verwijzingen naar download-site van encoders, decoders en players, over sites met MP3 muziek, tot een zeer uitgebreide pagina met links, werkelijk alles over het MP3-formaat kan men via deze site benaderen.
- http://www.is.fhg.de
  De site van het "Fraunhofer Institut", waar men onder meer L3ENC kan downloaden.
- http://www.syntrillium.com
  De site waar onder andere de laatste versie van "CoolEdit 95" op te halen is.
- http://www.chez.com/mp3hc
  Hier kan men de "MP3 Compressor" vinden.
- http:/www.winamp.com
  Bevat de laatse versie van "WinAmp" plus een heleboel plug-in's voor dit programma.

3/20.12

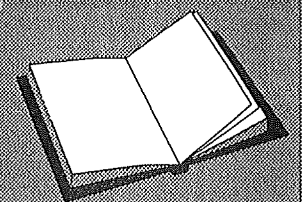
ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

Inleiding

Snel Internetten voor iedereen?
Er waart een nieuwe kreet door datacommunicatie land: ADSL! Door de voorstanders aangekondigd als hét snelle alternatief voor ISDN en kabel-communicatie. Door de tegenstanders gezien als een truc van KPN Telecom om de openbrekende telecommarkt weer te monopoliseren. De PTT maakt echt niet echt haast met de invoering van ADSL, maar dat is te begrijpen omdat ISDN nog volop aan de man gebracht moet worden. Als het alternatief van een ruim tien keer snellere ADSL-connectie gloort, zou men misschien moeite hebben de ISDN-dienst nog te verkopen.
Wie heeft gelijk? Wat is waar?
Waar is in ieder geval dat ADSL een universele standaard is die tot in alle technische details volledig gedefinieerd en beschreven is. Waar is dat de aanbieders van kabel-communicatie naast en door elkaar werken en er op dat gebied helemaal geen sprake is van standaardisatie. Waar is dat men bij ADSL gebruik kan blijven maken van de bestaande PTT-lijn en zonder ISDN-abonnement toch kan "praten" en "Internetten" tegelijk. Waar is dat ADSL ***in theorie*** waanzinnig snel datatransport in één richting belooft. Waar is echter eveneens het oeroude gegeven dat de sterkte van een ketting nog steeds wordt bepaald door de zwakste schakel.
In dit hoofdstuk wordt achtergrondinformatie aangeboden over het begrip ADSL en alles dat hierbij komt kijken.

Wat is ADSL?
ADSL is het letterwoord voor "Asymmetric Digital Subscriber Line". Het is een techniek die het mogelijk maakt om grote hoeveelheden beeld, geluid en data met zeer hoge snelheid in één richting over de bestaande, koperen telefoonlijn te transporteren. ADSL is dus een nieuwe modem technologie waarmee de gewone analoge of ISDN telefoonlijn (ook wel bekend als "twisted copper pairs") omgevormd wordt tot een hoge-snelheid digitale lijn voor ultra-snelle Internet toegang. De analoge/ISDN lijn blijft ook gewoon beschikbaar.

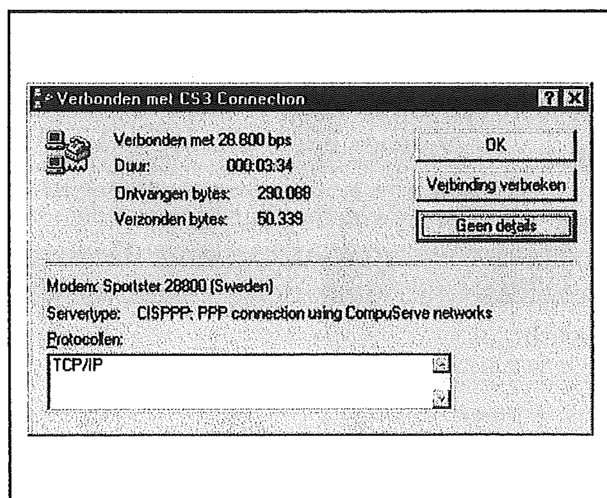
LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.7
Hoofdstuk 3/20.8
Hoofdstuk 3/20.10



20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

Upstream en downstream

ADSL werkt, de naam zegt het al, asymmetrisch. Dat wil zeggen dat de datasnelheid in de ene richting (upstream) niet gelijk is aan de datasnelheid in de andere richting (downstream). Met deze technologie wordt de verbinding verdeeld in een upstream-kanaal (van eindgebruiker naar bijvoorbeeld Internet) en een downstream-kanaal (van Internet naar eindgebruiker). Omdat ADSL gebruik maakt van deze asymmetrische breedbandverbinding, worden hoge transportsnelheden behaald. Asymmetrisch wil zeggen dat er meer capaciteit beschikbaar is voor het ontvangen van informatie dan voor het versturen van informatie. En dat is precies waar het allemaal om draait, want op het Internet ontvangt men tientallen keer meer gegevens dan men verstuurt, zie figuur 3/20.12-1.



Figuur 3/20.12-1: Wie op het Internet zit ontvangt veel meer bytes dan hij of zij verzendt.

Het is nu dit "fact of life" waar ADSL handig gebruik van maakt. Men beweert dat dank zij dit asymmetrische gedrag men met ADSL ongeveer 200 keer sneller kan surfen dan met traditionele modemtechnieken. Er zouden zelfs snelheden van 6 tot 8 Megabit per seconde kunnen worden gehaald over de telefoonlijn. Dat is dus een heel stuk sneller dan ISDN!

Gemakkelijk te installeren

ADSL wordt aangesloten op de bestaande analoge telefoonlijn door middel van het plaatsen van een speciaal modem en een splitter in thuis of op kantoor en een even speciaal modem in de telefooncentrale van de KPN. De splitter dient om het dataverkeer van het telefoonverkeer te scheiden, zodat men kan blijven telefoneren terwijl men aan het Internetten is. De telefoonlijn blijft op deze manier altijd beschikbaar, zelfs als er data wordt verstuurd.

Asynchronous Transfer Mode

De technologie achter ADSL heet ATM oftewel "Asynchronous Transfer Mode". De gewone koperen telefoondraad wordt daarbij als het ware gesplitst in een deel dat voor datacommunicatie wordt gebruikt en een deel dat vrij is voor gewone telefoontjes. Deze techniek vereist wél dat de telefooncentrales worden aangepast. Vandaar dat de invoering van ADSL vrij traag verloopt.

SnelNet

ATM was tot voor kort vooral bekend vanwege de Snelnet-proef van KPN Telecom in Amsterdam en Utrecht. Tijdens deze proef was het mogelijk gebruik te maken van speciale diensten als Internet, video en clips op aanvraag. Tijdens deze proef heeft KPN in samenwerking met andere partijen de mogelijkheden van ATM getest. Snelnet is dus een nieuwe dienst van de PTT, met proeven in Amsterdam en Utrecht. Wie met Snelnet werkt kan ge-

nieten van 2 Mbps download en 256 kbps upload. De hardware wordt geleverd door IBM. Het systeem werkt met een ethernet-verbinding naar een modem/codex/router grijze doos, die gewoon naar een telefoon-aansluiting gaat. Snel dataverkeer is prima als er voldoende gegevens ter verzending beschikbaar staan. Een e-mailtje van een paar kB verzend men in milliseconden. Internet-surfen wordt, als men het niet van te ver en over te langzame tussenverbindingen haalt, héél comfortabel! Waar het écht om draait is natuurlijk video. Met 2 Mbps haalt men nog geen echte superkwaliteit HDTV, het blijft bij wat de PTT VHS-kwaliteit noemt. De bij deze proef gebruikte MPEG-2 compressie (in iets lagere kwaliteit dan full-video) is het optimum voor wat er via de 2 Mbps kan worden bereikt.
De toekomst van Snelnet draait niet om de kabels, hardware en modems, maar om wat er aan nuttige, leuke, onmisbare en rendabele diensten bedacht kan worden. Er zijn, onder meer via Salto in Amsterdam, subsidies beschikbaar voor wie daar iets voor kan bedenken.

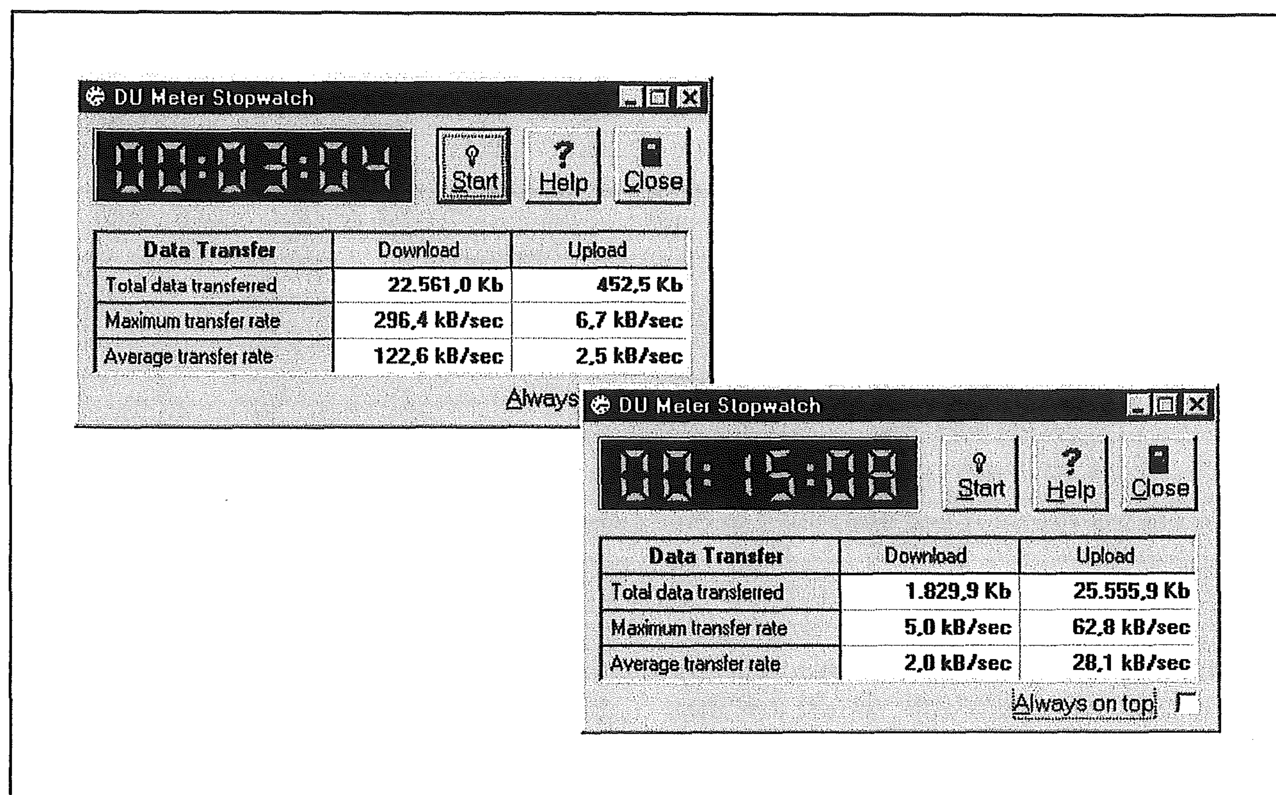
ADSL in de Nederlandse praktijk

Mxstream
Als eerste landelijke toepassing van ADSL wordt nu de snelle toegang tot Internet diensten in samenwerking met sommige Internet Service Providers geboden: Mxstream. Dit dienstenpakket zal in de toekomst worden uitgebreid met nieuwe diensten over ADSL die door de Internet Service Providers en KPN ontwikkeld worden. Deze nieuwe service maakt echt snel Internet mogelijk voor een vast bedrag per maand. Mxstream wordt echter gefaseerd geïntroduceerd. De beschikbaarheid hangt dus af van de plaats waar men woont.

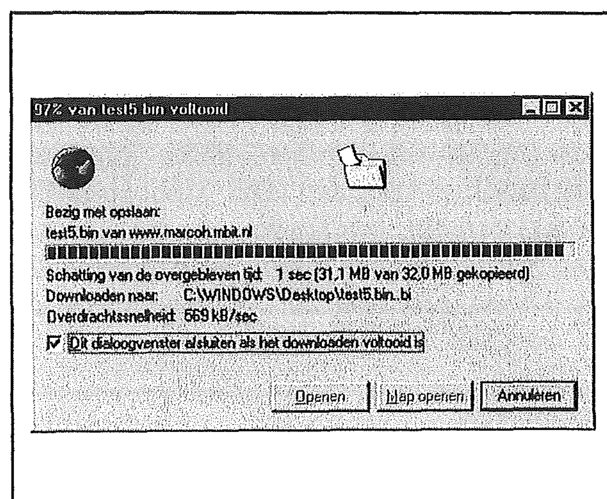
Snelheden
ADSL biedt theoretisch snelheden tot 8 Mbps (megabit per seconde, oftewel 1.000.000 bit per seconde!) downstream en 1 Mbps upstream, afhankelijk van de kabellengte en de leverancier. In de harde dagelijkse praktijk zullen de meeste ADSL-verbindingen echter worden beperkt tot 2 Mbps downstream en 512 kbps upstream. ADSL biedt zo snelle toegang tot bedrijfsnetwerken voor telewerkers en nieuwe interactieve multimedia applicaties zoals multi-user spellen, video-on-demand en video catalogi. Dat deze getallen niet overdreven zijn bewijzen wel de voorbeelden van de figuren 3/20.12-2 en -3. De genoemde snelheid is de bruto snelheid van een ADSL-verbinding, de fysieke snelheid. De maximale snelheid die men in de dagelijkse praktijk zal halen is echter lager. Om ervoor te zorgen dat de communicatie foutloos verloopt wordt een uitgebreid foutdetectie en -correctie protocol toegepast. Dat protocol verbruikt een heleboel bytes, een verschijnsel dat "protocol overhead" genoemd. Deze overhead gebruikt 20 tot 30 procent van de beschikbare bruto snelheid.

Definities
Een verbindingssnelheid tussen twee systemen wordt in het algemeen weergegeven in kilobit per seconde, afgekort tot kbps. Als men een file aan het downloaden is ziet men echter vaak de overdrachtssnelheid in kilobyte per seconde (kBps), omdat de bestandsgrootte ook in byte is weergegeven.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-2: Down- en upload snelheden via ADSL (boven) en traditioneel modem (onder) vergeleken: gemiddeld 60 keer sneller bij het downloaden van gegevens!



Figuur 3/20.12-3: Het bekende download-venstertje spreekt boekdelen: met een gemiddelde download snelheid van 569 kB/s verslaat een ADSL-verbinding alle concurrerende technieken!

Een byte bestaat zoals bekend uit 8 bit. Heeft men dus bijvoorbeeld een verbinding met bruto 512 kilobit per seconde en netto 410 kilobit per seconde, dan zal men onderaan de browser maximaal 51 kilobyte per seconde te zien krijgen. 410 kilobit gedeeld door 8 is immers 51,25 kilobyte.

Snelheid afhankelijk van soort informatie

Met ADSL heeft men een heel snelle toegang tot een gespecialiseerde Internet Service Provider, die als het goed is een snelle verbinding heeft gereserveerd naar het Internet.

De informatie op Internet zélf is echter te splitsen in drie belangrijke categorieën, die ook een belangrijke rol spelen bij de data snelheid:

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

- De informatie die de Internet Service Provider zélf op zijn servers heeft staan. Van deze informatie kan men via een ADSL-verbinding optimaal en dus razendsnel gebruik maken.
- De veelgevraagde informatie elders op Internet. De Internet Service Provider heeft zélf een deel van de informatie van de meest opgevraagde sites van Internet alvast opgehaald en opgeslagen op een speciale computer, een zogenoemde "proxy server". Het gebruik van een proxy server verhoogt de snelheid van het surfen en men al deze snelheidstoename zeker merken als men met ADSL werkt.
- De informatie die men elders in de wereld opvraagt en die niet in de proxy server staat. Zodra men informatie van een computer elders in de wereld opvraagt, krijgt men te maken met de snelheid die deze aangesproken computer maximaal toestaat. Uit recent onderzoek blijkt dat de meeste servers op Internet hun informatie met maximaal 300 á 400 kbps afgeven. Daar is verder helaas geen invloed op uit te oefenen, ook niet als men gebruik maakt van ADSL.
- Verder is het externe Internet verkeer ook afhankelijk van de algehele drukte op het net.

  Bovendien is het, indien informatie van servers in de USA wordt opgehaald, ook duidelijk van invloed op welk tijdstip van de dag men deze servers aanspreekt.

Besluit

Kortom: of een ADSL-aansluiting écht de beloofde snelheidswinst oplevert is van een aantal factoren afhankelijk waarop men als gebruiker geen enkele invloed kan uitoefenen.

Voor wie is ADSL bestemd?

Een vraag waar in zijn algemeenheid geen zinvol antwoord op te geven is. Dat hangt namelijk volledig af van wat men doet. ADSL is ideaal voor twee algemene applicatietypes:
- interactieve video;
- hoge snelheid datacommunicatie.

Interactieve video omvat film on demand alsmede video spellen en het opzoeken van bewegende visuele informatie in bijvoorbeeld catalogi.
Datacommunicatie omvat uiteraard Internet toegang, telewerken (remote LAN toegang) en speciale netwerktoegang.

ADSL versus kabelmodems

Diverse kabelbedrijven bieden datacommunicatie aan via hun netwerk.
Ook hier worden zeer hoge snelheden geclaimd.
Voor men echter de beslissing neemt via een kabelaansluitng het Internet op te gaan moet men zich toch bepaalde fundamentele verschillen realiseren. ADSL biedt een vaste verbinding over een individueel gebruikte telefoonaansluiting, kabelmodems bieden een vaste verbinding over een medium dat gedeeld wordt met een aantal andere abonnees.
Kabelmodems kunnen in principe een grotere downstream bandbreedte aan, wel tot 30 Mbps.
Maar deze bandbreedte moet men delen met alle andere gebruikers op de verbinding waardoor de feitelijke snelheid zal variëren en aanzienlijk afneemt wanneer meerdere gebruikers in een wijk tegelijkertijd actief zijn. Upsteam zijn kabelmodems vaak trager dan ADSL, of omdat het specifieke kabelmodem trager is, of omdat door "contention" van de slots met de andere gebruikers toch vertragingen optreden.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

ADSL en de toekomst

Hoge snelheid Internet-toegang wordt waarschijnlijk de eerste "killer application" voor ADSL. Er is tenslotte, met Internet-radio en Internet-TV, een steeds grote vraag naar meer bandbreedte en alleen ADSL kan de gewenste snelheden in de praktijk bieden. Snelle toegang tot Internet is slechts het begin van een scala aan diensten die gebruik maken van de grote bandbreedte die Mxstream biedt. In de nabije toekomst zullen diensten worden aangeboden op het gebied van onder meer telewerken, teleleren, computerspelen en videoconferencing. Op termijn zullen daar video-on-demand en delay-tv bijkomen. Investeren in ADSL betekent dus niet alleen dat men na al kan profiteren van snel Internetten, maar dat men ook investeert in de toekomst.

Aanmelden bij Mxstream

Inleiding

Mxstream is het ADSL-netwerk dat door de Nederlandse KPN Telecom wordt opgebouwd. Mxstream wordt helaas gefaseerd geïntroduceerd. Dat kan ook niets anders, want ADSL vereist aanpassingen aan de bestaande digitale telefooncentrales van KPN Telecom. Daarom hangt de beschikbaarheid af van de plaats waar men woont of waar een bedrijf is gevestigd.

Indien men gevestigd is in Amsterdam, Amstelveen, Diemen, Zaandam, Rotterdam of Utrecht kan men, afhankelijk van de wijk waarin men woont, reeds nu gebruik maken van Mxstream. Is men buiten deze steden gevestigd, dan kan men medio 2000 Mxstream in bepaalde wijken van de volgende steden verwachten: Arnhem, Alphen aan den Rijn, Amersfoort, Apeldoorn, Bergen op Zoom, Dordrecht, Delft, Gouda, Groningen, Den Haag, Haarlem, Hilversum, Leiden, Leiderdorp, Leidschendam, Middelburg, Maassluis, Purmerend, Vlaardingen, Tilburg, Zwolle en Zwijndrecht.

Voor andere steden en gebieden maakt KPN Telecom vanaf medio 2000 via de media en haar Internet-site bekend waar Mxstream beschikbaar komt.

Mxstream varianten

KPN Telecom biedt momenteel de volgende Mxstream varianten:

- Mxstream Basic
  - Maximale downstream snelheid:
    512 kbps
  - Maximale upstream snelheid:
    64 kbps
  - Maand-abonnement:
    f 50,00
  - Specificaties:
    permanent on-line
    aansluiting op één pc
- Mxstream Extra
  - Maximale downstream snelheid:
    1024 kbps
  - Maximale upstream snelheid:
    256 kbps
  - Maand-abonnement:
    f 65,00
  - Specificaties:
    permanent on-line
    aansluiten op maximaal vier PC's
- Mxstream Office
  - Maximale downstream snelheid:
    512 Kbps
  - Maximale upstream snelheid:
    64 Kbps
  - Maand-abonnement:
    f 85,00
  - Specificaties:
    permanent on-line

prioriteitsverkeer in de backbone
mogelijkheid voor aansluiten meer dan voer PC's
mogelijkheid voor aansluiten van routers, firewall, servers

- Mxstream Office Extra
  - Maximale downstream snelheid: 1024 kbps
  - Maximale upstream snelheid: 256 kbps
  - Maand-abonnement: *f* 100,00
  - Specificaties:
    permanent on-line
    prioriteitsverkeer in de backbone
    mogelijkheid aansluiten meer dan 4 PC's
    mogelijkheid voor aansluiten van routers, firewall, servers

Het kostenplaatje
De éénmalige aansluitkosten voor installatie, modem en splitter bedragen *f* 650,00 voor Mxstream Basic en Mxstream Extra. Medio 2000 zal KPN Telecom een doe-het-zelf pakket introduceren voor *f* 325,00. Men betaalt dan alleen de kosten van modem, splitter, bekabeling en software. Men voert de installatie zélf uit. Er zal een professionele helpdesk worden ingericht die, indien nodig, assisteert bij de installatie. Men betaalt met Mxstream voor het Internetten dus géén telefoontikken meer, voor gewoon bellen echter nog wel. Afhankelijk van het afgesloten abonnement bij een Internet Service Provider worden de kosten voor daadwerkelijk gebruik van Internet in een vast of variabel bedrag per maand verrekend. Voor "gewoon" bellen blijven de gebruikelijke abonnements- en belkosten van kracht, met uitzondering van de belkosten naar het Internet. Op de bestaande telefoonrekening van KPN Telecom treft men de abonnementskosten aan voor Mxstream plus de eenmalige kosten van modem, splitter, installatie en eventuele ethernetkaart.
Van de Internet Service Provider ontvangt men een rekening met de kosten van het abonnement van keuze.

Internet Service Providers
Om Mxstream te kunnen gebruiken voor snelle Internet toegang, heeft men ook een abonnement nodig bij een van de samenwerkende Internet Service Providers die ADSL ondersteunen. Zo'n abonnement wordt aangeboden vanaf *f* 49,00 per maand. De Internet Service Providers die momenteel in samenwerking met Mxstream van KPN Telecom het snelle Internet aanbieden zijn:
- Planet Internet;
- XS4ALL;
- Sonera;
- World Online;
- EuroNet Internet.

Uiteraard is de kans groot dat, op het moment dat dit hoofdstuk verschijnt, er diverse nieuwe providers aan dit lijstje zijn toegevoegd.
Afhankelijk van de abonnementskeus bij de Internet Service Provider krijgt men 1 of 4 IP-adressen. Dat is bijvoorbeeld handig als men een apart IP adres wil gebruiken voor de eigen site. Als men vier user names en passwords heeft ontvangen en men meldt zich aan bij de Internet Service Provider, moet men er op letten dat men het juiste password per user name gebruikt. Men kan ze niet door elkaar heen gebruiken.

De noodzakelijke hardware
Om gebruik te kunnen maken van ADSL en Mxstream hoeft men in feite maar minimale investeringen te doen.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

Nodig is:
- een ADSL-modem dat tegelijk met de aansluiting wordt geleverd;
- een zogenoemde "splitter" voor de gewone telefoonaansluiting, een kastje dat ook meteen met de aansluiting wordt geïnstalleerd;
- een ethernetkaart voor in de PC.

De PC dient bovendien te voldoen aan de volgende minimale configuratie:
- Pentium (of equivalent);
- snelheid minstens 100 MHz;
- CD-ROM speler;
- RAM-geheugen minstens 16 MB;
- vrije IRQ of een reeds geïnstalleerde ethernetkaart;
- TCP/IP Stack;
- Windows 95 of Windows 98;
- Microsoft Internet Explorer (4.xx of 5.xx) of Netscape Navigator (4.xx).

Dat zijn dus werkelijk minimale eisen en iedere moderne PC zal hier zonder meer aan voldoen.
Maakt men gebruik van een Mac, dan zijn de hardware eisen al even minimaal:
- Power PC 60x, G3 of G4;
- CD-ROM speler;
- RAM-geheugen minstens 32 MB;
- vrij IRQ of een reeds geïnstalleerde ethernetkaart;
- OS8.x, OS9.x of iMac;
- Open transport 1.2 of 1.3 voor OS 8.0 en 8.1, 2.x voor OS 8.5, 8.6 en 9.0;
- MAC/TCP;
- Apple Talk;
- Microsoft Internet Explorer (4.xx of 5.xx) of Netscape Navigator (4.xx).

De telefoonaansluiting

Omdat Mxstream naast de bestaande telefoon-aansluiting wordt aangesloten, heeft men géén nieuwe telefoonaansluiting nodig. Wel heeft men uiteraard een speciaal ADSL-modem nodig omdat de ADSL-techniek niet samenwerkt met bestaande modems. De normale telefonische bereikbaarheid blijft gewaarborgd en men kan dus bellen en Internetten tegelijk. Met ISDN blijft het mogelijk met twee personen tegelijk te bellen.
Er worden echter wel wat eisen gesteld aan de bestaande analoge telefoonlijn:
- men moet beschikken over een gewone enkelvoudige netlijn van KPN;
- géén BelBudget abonnement;
- géén ODA, het bekende doorschakelkastje;
- géén kostentel faciliteit;
- géén groepsnummer;
- géén kerktelefonie.

Aan die eisen voldoen de meeste lijnen.

Mxstream en ISDN

Vanaf einde zomer 2000 wordt Mxstream ook in combinatie met ISDN aangeboden. Hierbij behoudt men alle voordelen van ISDN: twee lijnen en meerdere telefoonnummers waardoor het mogelijk is om te telefoneren en faxen tegelijk. Bijkomend voordeel van ISDN zijn natuurlijk de gratis diensten die men krijgt, zoals nummerweergave en wisselgesprek. Met Mxstream kan men dan bovendien veel sneller Internetten. ADSL en ISDN zijn dus technieken die elkaar uitstekend aanvullen. ADSL biedt de mogelijkheid gegevens sneller te transporteren dan met ISDN mogelijk is.

Het abonneren

Men bestelt Mxstream via de website van aan van de aangesloten Internet Service Providers. Deze zendt de aanvraag automatisch door naar KPN Telecom. Dit bedrijf stuurt, als alles goed gaat, een bevestigingsbrief. In deze brief wordt aangegeven of Mxstream ook daadwerkelijk in de woonplaats leverbaar is: is dit (nog) niet

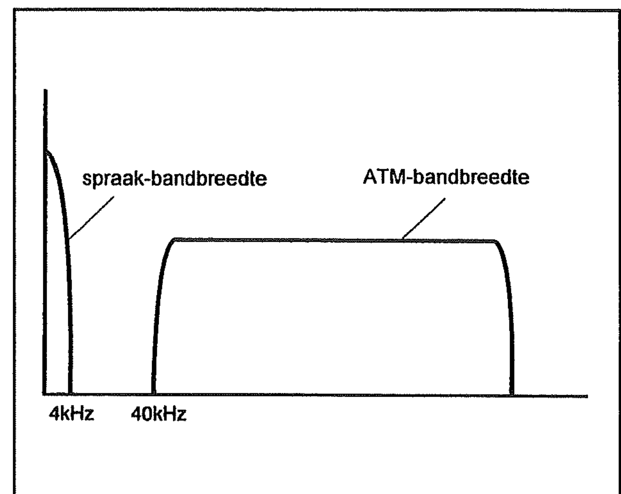
het geval, dan wordt de aanvraag automatisch geannuleerd. Behoort men tot de uitverkorenen, dan zal KPN Telecom de aanvraag verwerken en de gegevens controleren. In het geval van all-in installatie neemt een KPN-monteur contact op om een afspraak te maken voor de installatie. De monteur sluit de PC aan op de Fast Internet dienst van de geselecteerde Internet Service Provider en test de Mxstream verbinding.

De techniek achter ATM

Cellen als basis
Bij ATM worden de te verzenden gegevens in "cellen", kleine pakketjes, opgedeeld. Ieder pakketje krijgt een etiket mee, waarin staat bij welke verbinding het hoort. Daarna wordt het verzonden. Alle tussenliggende centrales bepalen aan de hand van het etiket waar het pakketje naartoe moet. Zo is het mogelijk om via één lijn meerdere verbindingen te leggen.

Twee banden
Een tweede eigenschap van ATM is dat de beschikbare bandbreedte van een koperen twisted pair kabel (de traditionele PTT-lijn) wordt verdeeld in twee banden. De frequentieband van 0 Hz tot 4 kHz wordt nog steeds gebruikt voor het versturen van analoge spraak. Het frequentiebereik vanaf 40 kHz wordt gereserveerd voor het versturen van de digitale gegevens, zie figuur 3/20.12-4.

Circuit- en packet-switching
ATM kan zowel worden toegepast in openbare netwerken zoals B-ISDN als in privé-netwerken, bijvoorbeeld een LAN. Bij ATM wordt gebruik gemaakt van een compromis tussen circuit- en packet-switching. Circuit-switching wordt toegepast bij tijdkritische diensten zoals telefonie en video. Packet-switching wordt gebruikt voor verkeer dat niet constant is in tijd, zoals data-transport.



Figuur 3/20.12-4: Zo wordt de beschikbare bandbreedte van de koperen kabel verdeeld tussen spraak en ATM.

Specificaties
De eigenschappen van ATM kunnen als volgt worden samengevat:
- ATM is geschikt voor transport van spraak, tekst, data en beeld en dit over grote afstanden.
- De toegepaste capaciteiten lopen bij ATM uiteen van zeer klein tot zeer groot. Er is een grote variatie aan interface-snelheden mogelijk, zoals 2 Mbps, 34 Mbps, 155 Mbps en 2,4 Gbps.
- De te transporteren ATM-cellen hebben een korte, maar vaste lengte van 48 + 5 bytes. Deze cellen kunnen worden gezien als standaard doosjes, waarin allerlei soorten informatie kan worden vervoerd. De informatie wordt in "transmissie-klare" cellen gesplitst. Dit opsplitsen is onafhankelijk van het type

informatie en de hoeveelheid (bandbreedte). Doordat de cellen een vaste grootte hebben, kunnen zij worden geschakeld door hardware. Hierdoor kan enerzijds een grote tijdwinst worden behaald en anderzijds kan tevens een gegarandeerde transit-tijd door het hele ATM-netwerk worden gegeven. De grootte van de cel (53 bytes) is gekozen als functie van de verwerkingssnelheid en overhead. Een deel van de cel wordt gebruikt voor overhead-informatie.

- Het ATM-netwerk transporteert de gebruikersinformatie transparant. Er vindt noch bewerking noch foutcorrectie plaats op deze informatie. ATM heeft wel de mogelijkheid om verminkte cellen te herkennen, het systeem is echter niet in staat om deze verminkte cellen te corrigeren. Een ATM-centrale zal verminkte cellen verwijderen uit het transmissiekanaal. Het is de taak van de gebruikers om deze vermiste cellen te corrigeren.
  De foutcorrectie vindt over het ATM-netwerk plaats (end-to-end foutcorrectie). Een groot voordeel van de afwezigheid van de foutcorrectiefunctie is de snelheid waarmee het transport plaatsvindt. ATM-centrales kunnen geen hertransmissie van cellen aanvragen, zodat geen vertraging van de transmissie plaatsvindt.
- Foutcorrectie kan echter worden geleverd door de zogenoemde AAL (ATM Adaption Layer). ATM biedt alleen een flexibel transportmechanisme aan de AAL.
- ATM staat verschillende typen transport toe, die bovendien door elkaar verzonden kunnen worden.
- ATM heeft een asynchroon karakter. Dit karakter van ATM geeft de gebruiker de mogelijkheid zélf te bepalen wanneer deze zijn informatie (cellen) wil verzenden. Zo is er geen “time slot” of “token” dat bepaalt wanneer de gebruiker mag zenden. Het asynchrone concept is te vergelijken met een traditioneel telefoongesprek waarbij de gebruiker zélf kan bepalen wanneer en hoelang hij wil zenden. Vervolgens bepaalt de gebruiker zélf hoelang hij naar de andere partij wil luisteren.
- ATM kent lege cellen, infocellen en besturingscellen. De digitale datastroom bestaat bij ATM uit cellen met een vaste lengte van 53 bytes. 48 bytes worden gebruikt voor de te transporteren informatie en 5 bytes voor de celheader. Deze header bevat onder andere de routingsinformatie.
  De in het netwerk opgenomen ATM-schakelcentrales voeren de routing uit. Het principe van ATM is dus in feite te vergelijken met de packet-switching techniek X.25. Het grote verschil zit in de lengte van de pakketten die bij ATM een vaste lengte hebben en bij X.25 een variabele lengte.
- De verbindingsopbouw bij ATM is verbindingsgeoriënteerd. De verbindingen kunnen semi-permanent of on-demand worden opgebouwd. Semi-permanente verbindingen kunnen voor een lange periode in stand worden gehouden en zijn te vergelijken met huurlijnen. Deze kunnen zeer goed worden toegepast voor bestemmingen waarmee regelmatig wordt gecommuniceerd. De on-demand verbindingen worden alleen in stand gehouden gedurende de tijd dat de gebruiker wil communiceren.
- In ATM-netwerken wordt alle informatie, dus zowel telefoonverkeer, videoconferenties, betalingstransacties of

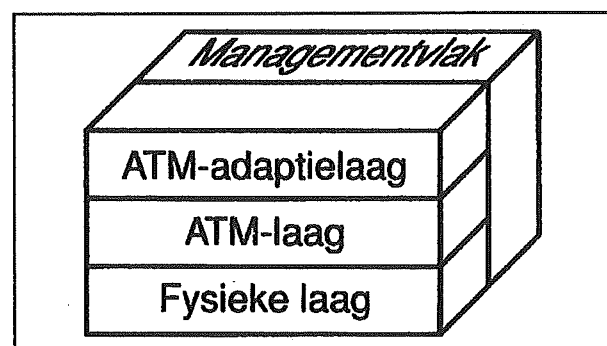
uitwisseling van computerbestanden, op dezelfde manier door het netwerk behandeld. Bovendien kan men verbindingen met een eigen gekozen capaciteit realiseren, mits deze binnen de grenzen van de capaciteit van het netwerk valt. Bovendien kunnen met de ATM-technologie verbindingen met een veel hogere capaciteit worden gerealiseerd dan met ISDN mogelijk is.
- Bij de ATM-technologie wordt de kwaliteit van de verbinding continu gecontroleerd, ook end-to-end.

ATM in het eigen netwerk
Een groot voordeel van ATM is, dat niet het gehele bestaande netwerk moet worden aangepast. ATM kan namelijk geleidelijk worden ingevoerd, bijvoorbeeld te beginnen in het schakelgedeelte van de centrales. Met een tweede stap kan men de ATM-technologie tot op de lokale werkplek invoeren. De toepassing van ATM in een LAN-omgeving geeft de volgende voordelen:
- grote performance-verbetering;
- beter beheer;
- betere prijs/bandbreedte-verhouding.

Wil men de ATM-techniek in het eigen netwerk doorvoeren, dan komen de onderstaande stappen aan de orde:
- Ethernet en Token Ring naar gebruiker;
- LAN-emulatie over ATM;
- ATM naar werkplek.

Een veel toegepaste techniek voor LAN-to-LAN interconnectie is Frame Relay. ATM kan naast Frame Relay worden gebruikt. Frame Relay wordt namelijk als dienst aangeboden, terwijl ATM een onderliggende schakeltechniek is. Eventueel kunnen er naast Frame Relay ook nog andere op ATM-gebaseerde diensten in het netwerk worden geïmplementeerd, bijvoorbeeld B-ISDN. ATM-adapterkaarten voor werkstations zijn reeds nu op de markt met snelheden van 100 Mbps en 155 Mbps.

Het ATM Protocol Referentie model
Het ATM PRM (Protocol Referentie Model) bestaat uit twee delen, namelijk het ATM-gedeelte zélf en het bijbehorende managementgedeelte. Binnen het ATM-gedeelte zélf drie lagen aanwezig: de fysieke laag, de ATM-laag en de AAL-laag (de ATM-adaptielaag), zie figuur 3/20.12-5.



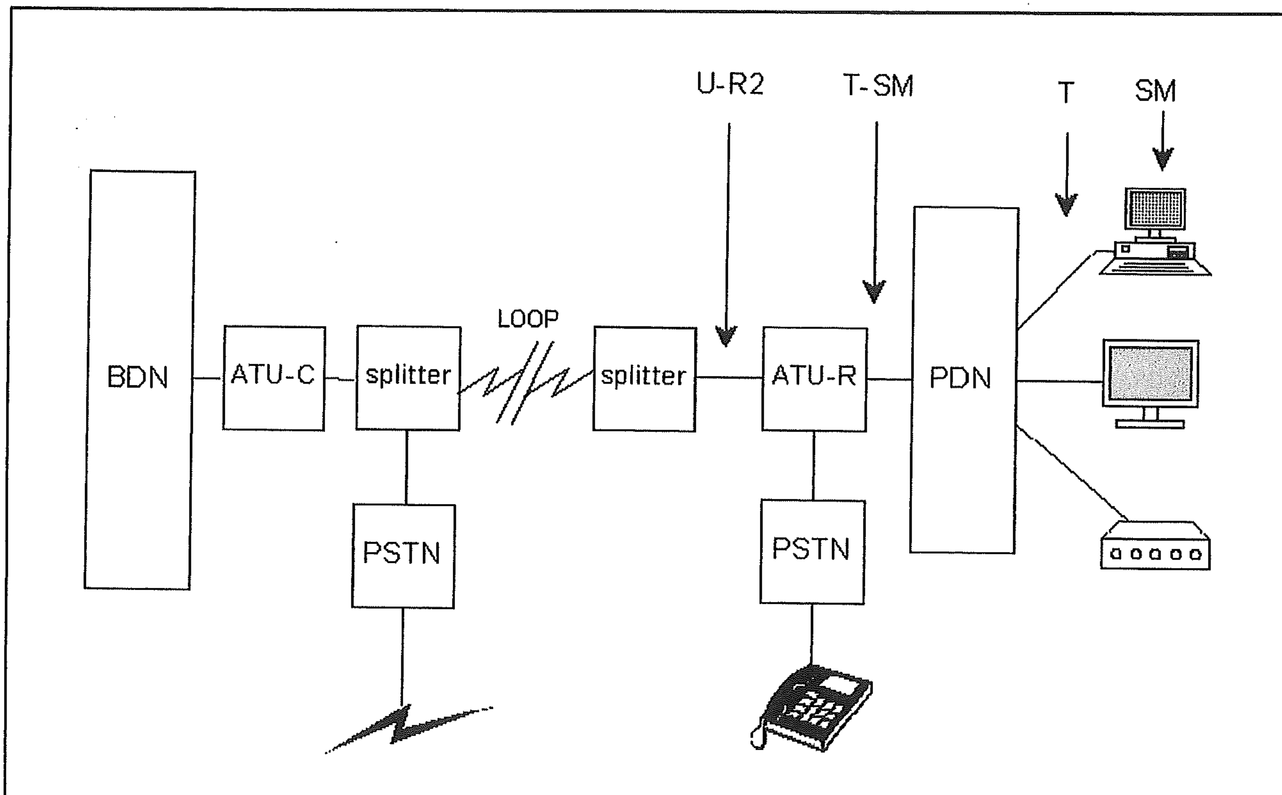
Figuur 3/20.12-5: De samenstelling van het ATM Protocol referentiemodel.

Binnen het managementgedeelte zijn geen lagen te onderscheiden. ATM-lagen kunnen dus direct via het managementgedeelte (layer management) worden benaderd. Een geblokkeerde ATM-laag heeft niet tot gevolg dat boven- of onderliggende ATM-lagen niet kunnen worden benaderd.

De techniek achter ADSL

ATM als basis
ADSL werkt met de ATM-technologie als basis. Toch is er een aantal detailverschillen.

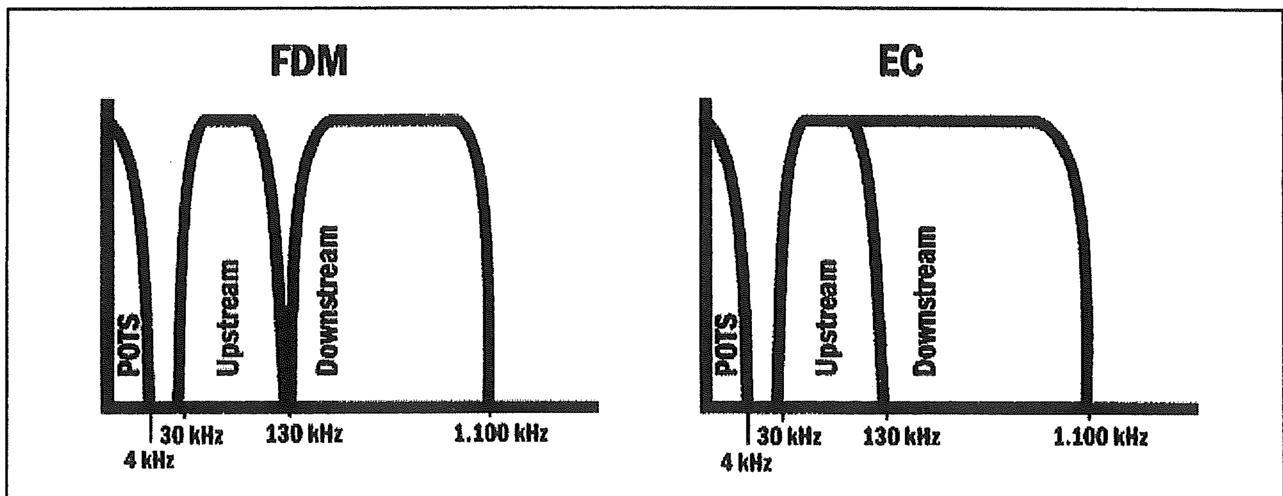
20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-6: Een blokschematische voorstelling van een ADSL-verbinding.

Een ADSL-verbinding heeft een theoretisch maximale capaciteit van 8 Mbps in de richting van de eindgebruiker (downstream) en maximaal 1 Mbps in de richting van de centrale (upstream). De genoemde maximale waarden worden in de praktijk niet gehaald, omdat op de tweedraads koperleiding voortdurend stoorsignalen optreden, die de datastroom kunnen verminken. Om dat probleem op te lossen maakt ADSL gebruik van een techniek die men "adaptieve overdrachtsmethode" noemt. Hierbij past de praktische overdrachtsnelheid zich aan aan de condities op de leiding, zelfs tijdens de verbinding. De maximaal bruikbare down- en upstream snelheden hangen bovendien in grote mate af van de afstand tussen het aansluitpunt en de centrale. In Nederland schijnt de gemiddelde afstand tussen de centrale en de gebruiker maar zo'n 2 km te bedragen. Er komen in dit dicht bebouwde land maar weinig verbindingen voor die langer zijn dan 4 km. Met ADSL is het mogelijk om tot een lengte van 3 km een snelheid van 6 Mbps tot 8 Mbps te halen. Een andere belangrijke factor die de maximale snelheid bepaalt is de kwaliteit van de PTT-kabel tussen het aansluitingspunt en de eerste centrale. Hoe goed zijn de aders getwist? Hoeveel reparatielassen zijn er in de loop der jaren in de kabel aangebracht? Hebben de kabels over het gehele traject dezelfde doorsnede? Allemaal factoren die de snelheid in belangrijke mate kunnen reduceren, maar waar men als gebruiker in feite absoluut geen kijk op heeft.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-7: FDM en EC, twee systemen voor het splitsen van het up- en downstream verkeer.

De ADSL-verbinding

Een ADSL-verbinding tussen twee systemen kan schematisch als volgt worden voorgesteld als getekend in figuur 3/20.12-6.

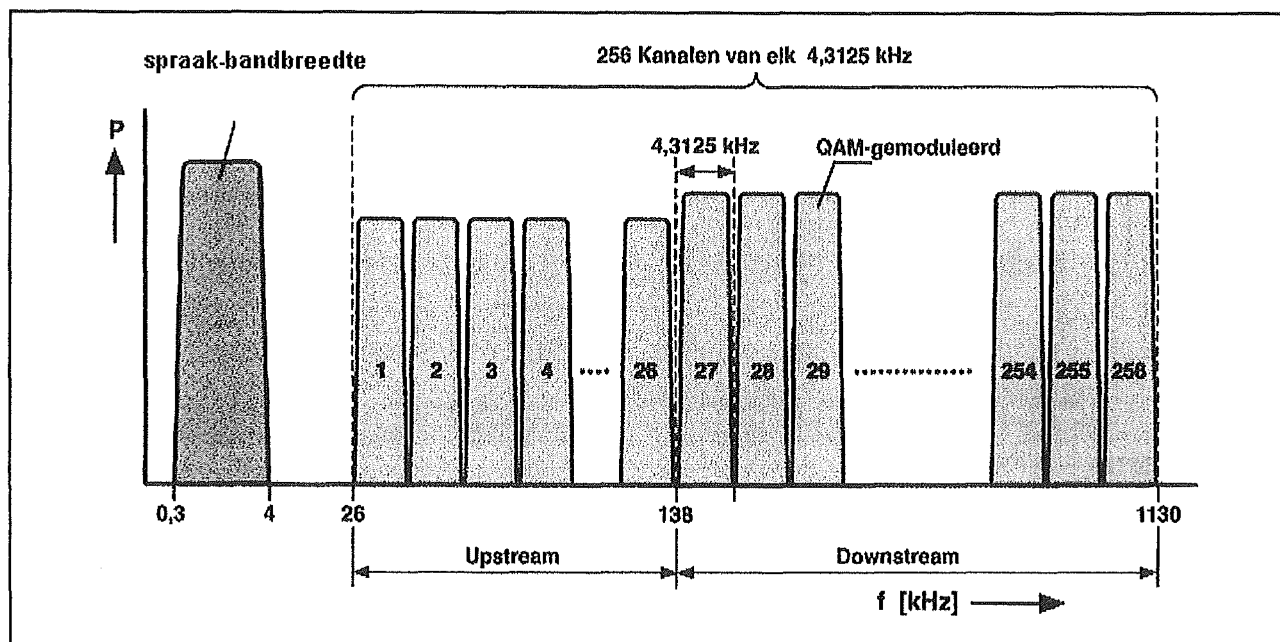
Enige begrippenverklaring zal men hierbij zeker wel op prijs stellen! Welnu:

- BDN:
  Broadcast distribution network, het distributie systeem aan de kant van de operator, hier vandaan wordt alle informatie het net opgestuurd.
- ATU-C:
  ADSL Transmission Unit aan netwerk zijde
- ATU-R:
  ADSL Transmission unit aan klant zijde
- LOOP:
  Gewone op koper gebaseerde telefoon lijn, elke openbare telefoon net is gebaseerd op een LOOP, dus ook ISDN. Een loop is eigenlijk dus gewoon een gesloten kring.
- SM:
  Service Module bij ADSL, dit is de daadwerkelijke terminal die de ADSL-bandbreedte kan benutten, zoals een set-top box of een ADSL/PC-router.
- Splitter:
  Filter om de hoge-frequentie (ADSL) en de lage-frequentie (PSDN of ISDN) signalen te splitsen, meestal zal een splitter worden ingebouwd in een ATU-R.
- PDN:
  Premises Distribution Network, het distributie systeem voor ADSL, vergelijkbaar met de S-bus bij ISDN.
- T-SM:
  De interface tussen ATU-R en Premises Distribution network (PDN), dit komt alleen voor indien er sprake is van een Point to multipoint T-netwerk.
- T:
  De interface tussen PDN en SM.

FDM en EC

ADSL maakt gebruik van de op de koperen kabel ter beschikking staande bandbreedte vanaf 30 kHz. Nu moet dit reeds eerder getekende frequentiebereik natuurlijk opgesplitst worden in een deel dat voor upstream dient en een deel dat voor downstream wordt gebruikt. Hiervoor staan twee systemen ter beschikking, overzichtelijk vergeleken in figuur 3/20.12-7.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-8: Het geheim van ADSL: de digitale bandbreedte wordt opgedeeld in een groot aantal smalle kanalen, die ieder individueel met bits worden gemoduleerd.

Bij EC, Echo Compensation, wordt gebruikt gemaakt van technieken die ook bij traditionele modems worden toegepast. Up- en downstream delen het spectrum tussen 30 kHz en 1,1 MHz. Weliswaar veroorzaakt dit storingen tussen beide signalen, maar omdat de zender precies weet wat hij uitzendt kan hij zeer nauwkeurig bepalen wat het ontvangende signaal is.
Bij FDM, Frequency Division Multiplex, wordt de ATM-bandbreedte nog eens opgesplitst in twee deelbereiken. De frequentieband tussen 30 kHz en 130 kHz wordt gebruikt voor het upstream verkeer, de bandbreedte tussen 130 kHz en 1,1 MHz voor het downstream verkeer.

256 kanalen van 4,3 kHz
Het ADSL-signaal bestaat in principe uit een groot aantal individueel gemoduleerde draaggolven, die boven de normale spraakband op de tweedraads koperleiding worden gezet.
Het volledig modulatiespectrum is getekend in figuur 3/20.12-8. De spraakband beslaat het gebied van 300 Hz tot 4,3 kHz. Tussen 26 kHz en 1,130 MHz liggen 256 kanalen, ieder met een bandbreedte van 4,3125 kHz. Ook de centrale frequenties van de individuele kanalen liggen steeds 4,3125 kHz van elkaar af. De individuele draaggolven van de up- en downstream-gebieden worden QAM-gemoduleerd en bevatten tussen 2 bit per seconde per hertz (b/sHz) en 15 b/sHz. De toewijzing van deze bitstromen aan de ter beschikking staande kanalen gebeurt, zoals reeds geschreven, adaptief. Het systeem bepaalt tijdens de initialiseringsfase de modulatie van de individuele draaggolven, afhankelijk van de in het kanaal aanwezige storing. Het kan dus zijn dat aan bepaalde kanalen hogere snelheden worden toegewezen dan aan andere. Hoe groter de stoorafstand, dus hoe beter de kwaliteit van de verbinding, des te ho-

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

ger de modulatiegraad en daarmee het aantal b/sHz. Een individuele draaggolf uit het totale signaal kan dus maximaal bijna 64,7 kbps overbrengen, hetgeen bij 256 draaggolven een maximale capaciteit van meer dan 16 Mbps betekent. Tussen laag en hoog gelegen draaggolven kunnen ten gevolge van dempingsvervorming niveauverschillen tot 50 dB optreden, die door de kanaalequalizer in het ADSL-modem moeten worden opgevangen. Draaggolven met een hogere demping dan 50 dB zijn onbruikbaar.

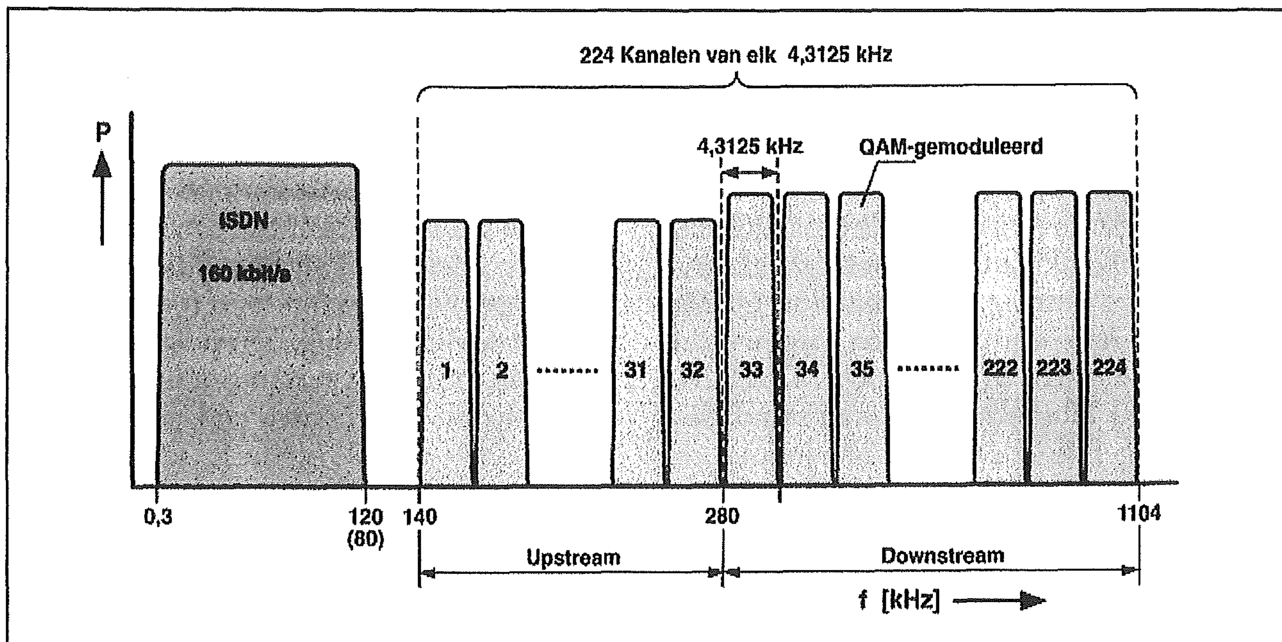
ADSL en ISDN

ADSL kan zonder meer gecombineerd worden met een ISDN-aansluiting. Omdat echter ISDN zélf al ongeveer 120 kHz bandbreedte heeft, ziet het frequentiespectrum er dan wel heel anders uit, zie figuur 3/20.12-9. Het ISDN-signaal met 2 x 64 kbps (128 kbps) loopt normaal gesproken tot 80 of 120 kHz. Om nu ook in ISDN ADSL te kunnen implementeren is een manier gevonden om beide systemen te combineren. De ADSL bandbreedte begint nu bij 140 kHz, met als consequentie dat bij identieke draaggolfafstanden en modulatiebandbreedtes (4,3125 kHz) men nu de beschikking heeft over slechts 224 draaggolven. Deze oplossing is als annex B aan de ADSL-norm toegevoegd en aldus officieel aanbevolen.

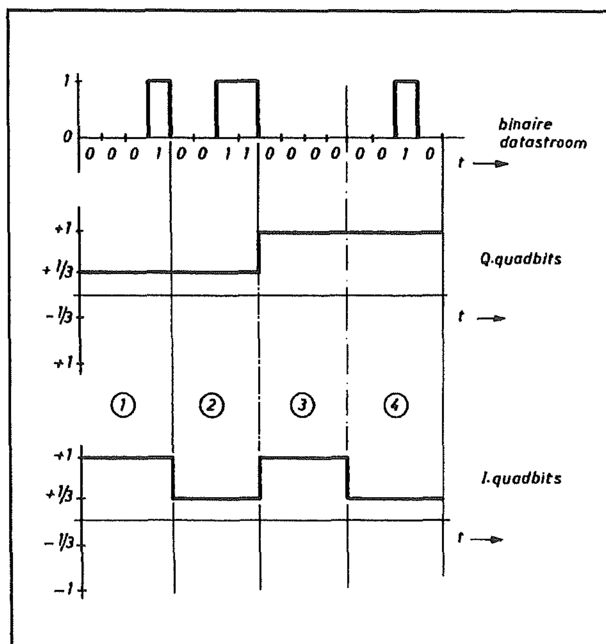
De modulatie bij ADSL

Het signaal dat uiteindelijk op de koperen kabel terecht komt is niet digitaal, maar analoog. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een zeer ingewikkeld modulatiesysteem dat men QAM noemt, het letterwoord van "Quadrature Amplitude Modulation". Hoewel deze techniek in feite alleen wiskundig volledig beschreven kan worden, wordt hier toch een poging ondernomen om deze ingewikkelde techniek in het kort uit te leggen. In principe komt het op het volgende neer. De te verzenden digitale datastroom wordt eerst door middel van een multiplexer verdeeld over het beschikbaar aantal kanalen. Men krijgt dus maximaal 256 datastromen, die dus al aanzienlijk minder gegevens bevatten dan de oorspronkelijke datastroom. Iedere datastroom zal één kanaal analoog moduleren. Dit kan niet met de gebruikelijke technieken als amplitude-, frequentie- of fase-modulatie. Vandaar dat men een combinatie van amplitude- en fase-modulatie toepast, QAM genoemd. Iedere datastroom wordt bijvoorbeeld opgesplitst in groepjes van vier bits. Voor ieder van de 16 mogelijke bit combinatie van dit pakket worden twee zogenoemde "quadbits" Q en I afgeleid, zie figuur 3/20.12-10. Dat zijn semi-digitale signalen die verschillende discrete amplituden kunnen hebben, bijvoorbeeld +1, +1/3, -1/3 en -1. Deze getallen geven de onderlinge verhouding tussen de amplituden weer. Ieder van de 16 mogelijke bit combinaties wordt nu omgezet naar een unieke amplitude combinatie van de Q- en I-signalen. In het voorbeeld van figuur 3/20.12-10 zijn vier van de zestien mogelijkheden getekend. Die twee semi-digitale quadbit signalen worden nu aan een quadratuur-amplitude modulator aangeboden. Het ene signaal $S_I(t)$ wordt gemoduleerd op het sinus signaal van de lokale oscillator. Het tweede signaal $_Q(t)$ wordt gemoduleerd op een ten opzichte van de lokale oscillator 90 graden in fase verschoven signaal, dus op het cosinus signaal. De twee gemoduleerde signalen gaan naar een menger en leveren een somsigaal A(t) op. Dit proces is blokschematisch geschetst in figuur 3/20.12-11.

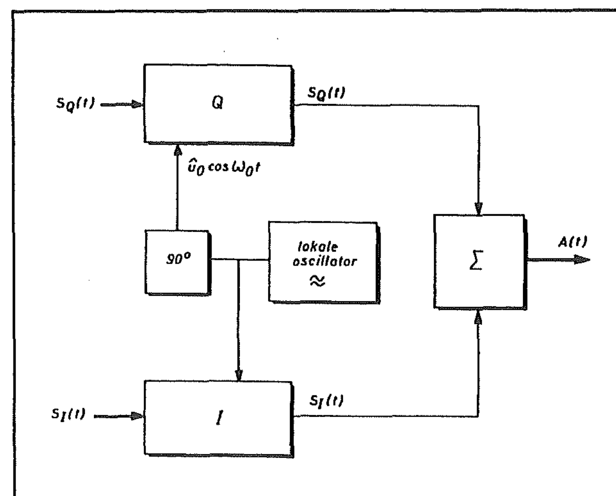
20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-9: Bij een ISDN-lijn zijn er slechts 224 kanalen van 4,3 kHz beschikbaar voor de ADSL-data.

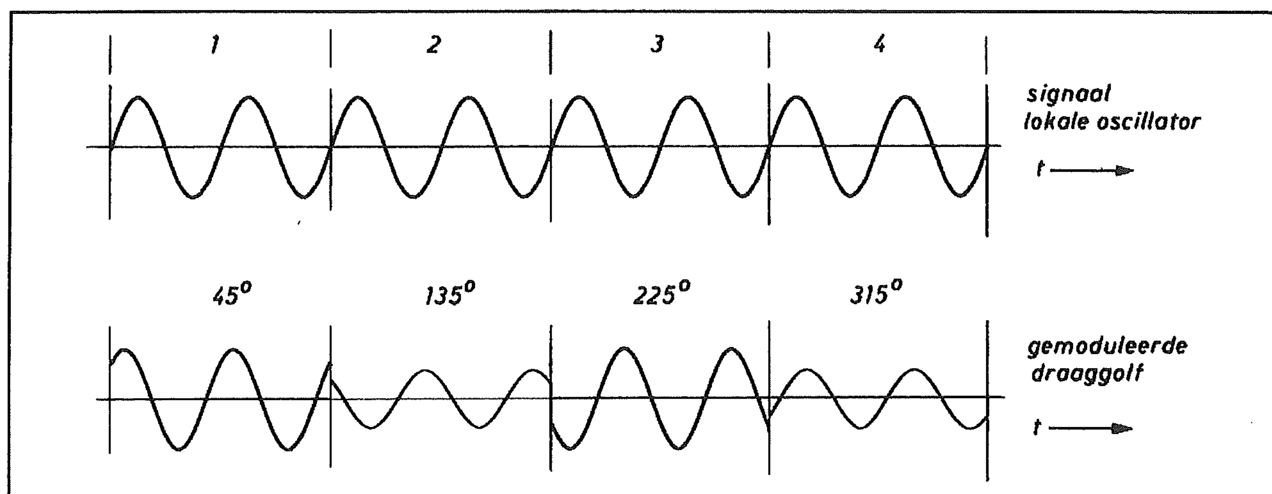


Figuur 3/20.12-10: Het omzetten van de digitale datastroom in twee quadbit signalen.



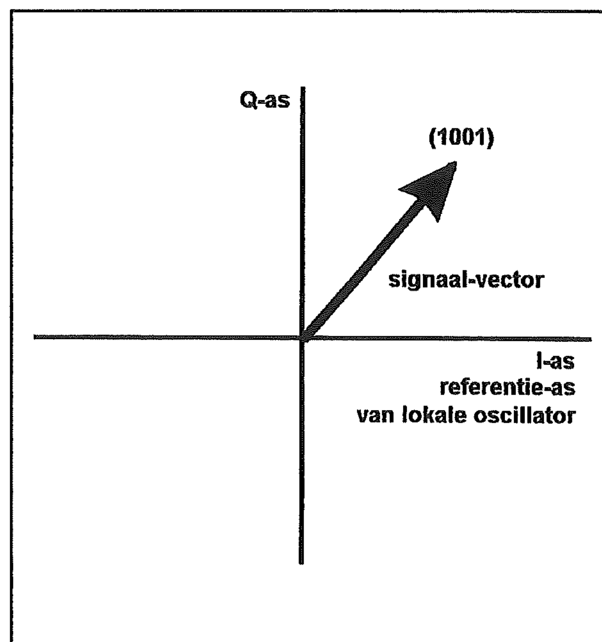
Figuur 3/20.12-11: De twee quadbit signalen worden in amplitude gemoduleerd op een draaggolf en op een signaal dat 90 graden in fase verschoven is ten opzichte van de draaggolf.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-12: Het gemoduleerde signaal A(t) bestaat uit burst's met amplituden en fasen die afhankelijk zijn van de codesamenstelling van de vier bits uit de seriële datastroom.

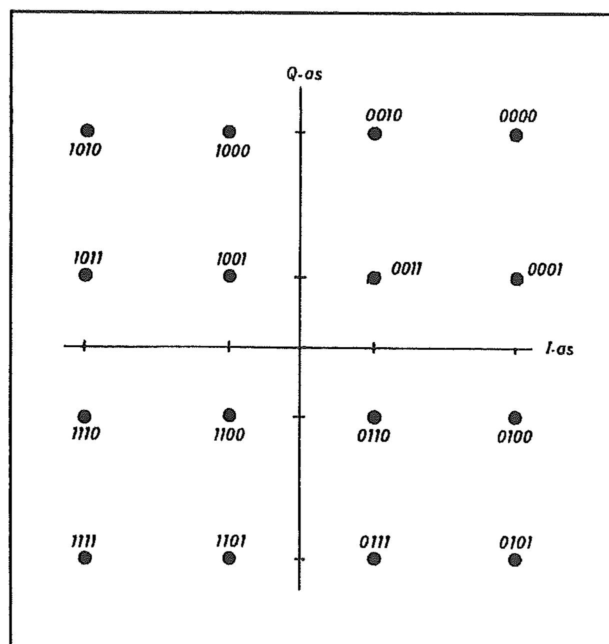
Het uitgangssignaal A(t) bestaat nu uit sinusvormige burst's, waarvan de frequentie gelijk is aan deze van de draaggolf, maar waarvan de amplitude en de faseverschuiving afhankelijk zijn van de samenstelling van de vier bits. Een voorbeeldje van een dergelijk signaal is getekend in figuur 3/20.12-12. Op deze manier kan men op een heel efficiënte manier digitale codecombinaties "verbergen" in een analoog signaal, dat uit één basisfrequentie bestaat, die gevarieerd wordt in amplitude en fase. Ieder van deze signaalburst's kan men vervolgens wiskundig voorstellen door een vector, waarvan de grootte van de pijl en de hoek die deze pijl maakt ten opzichte van de horizontale referentie-as de burst volledig definiëren. De grootte bepaalt de amplitude, de hoek de faseverschuiving. In feite definieert dus de plaats is het assenstelsel waar de punt van de vector zich bevindt welke codecombinatie er op een bepaald moment op de lijn wordt gezet. In figuur 3/20.12-13 is een voorbeeldje gegeven van deze wiskundige voorstelling van een van de burst's ten opzichte van de sinus van de lokale oscillator.



Figuur 3/20.12-13: Als men een burstje wiskundig voorstelt door een signaalvector bepaalt de plaats van de punt welke codecombinatie er wordt uitgezonden.

In het getekende voorbeeld is het signaalburstje, dat wordt uitgezonden als de code combinatie "1001" wordt verwerkt voorgesteld door een vector. Op deze manier komt ieder van de zestien in dit voorbeeld

beschouwde codecombinaties overeen met één welbepaalde vector. In figuur 3/20.12-14 is een dergelijke voorstelling getekend. Het zou onoverzichtelijk worden als men alle vectoren in een dergelijk overzicht zou intekenen. Vandaar dat alleen de pijlpunten van de vectoren worden voorgesteld door een vet cirkeltje en bij ieder cirkeltje wordt vermeld met welke code de signaalvector overeen komt.



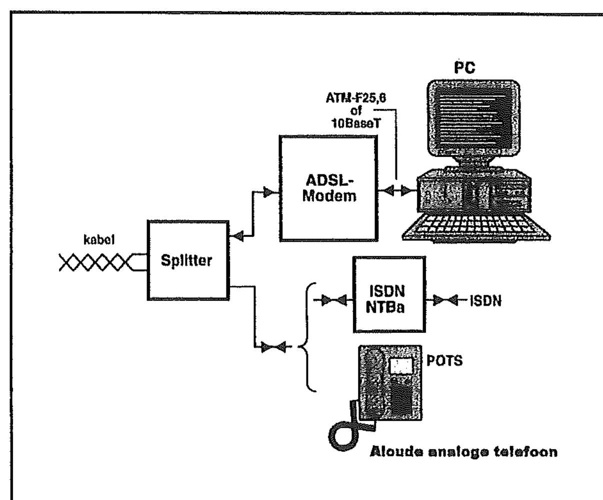
Figuur 3/20.12-14: De plaats van de pijlpunten van de zestien signaalvectoren bepaalt welke codecombinatie er wordt uitgezonden.

Van 8-QAM tot 64-QAM

Er bestaan verschillende variaties op het QAM-principe. In het voorbeeld werd een 16-QAM modulatiesysteem beschreven, een logische naam omdat het er mee mogelijk is 16 bit combinaties in één sinussignaaltje te coderen. Bij ADSL worden diverse modulatiegraden toegepast, van 8-QAM tot en met 64-QAM. Een en ander is afhankelijk van de kwaliteit van het kanaal waarop de modulatie wordt toegepast. Zoals reeds geschreven wordt deze toewijzing uitgevoerd bij de initialisering van de verbinding. Het zendende modem zendt diverse signalen in alle kanalen uit, het ontvangende modem evalueert de ontvangen signalen en besluit wat de maximale betrouwbare modulatiegraad voor ieder van de 256 of 224 kanalen is.

Aansluiting van ADSL op de kabel

Hoe ziet een telefoonaansluiting voor ADSL er uit aan de kant van de gebruiker? Daar waar de PTT-kabel binnenkomt wordt bij de gebruiker een ADSL-splitter gezet, zie figuur 3/20.12-15. De splitter bevat een hoogdoorlaat filter met grote steilheid dat alleen het ADSL-spectrum doorlaat en een laagdoorlaat filter dat alleen het analoge telefoonsignaal doorlaat. Om ADSL te kunnen gebruiken moet natuurlijk een speciaal ADSL-modem op de splitter zijn aangesloten. Dit modem bevat een ontvanger (Rx) voor het downstream-signaal en een zender (Tx) voor het upstream-signaal.



Figuur 3/20.12-15: Dit heeft men nodig om ADSL te kunnen gebruiken: een speciale signaalsplitter en een speciaal ADSL-modem.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

Tot stand komen van de verbinding

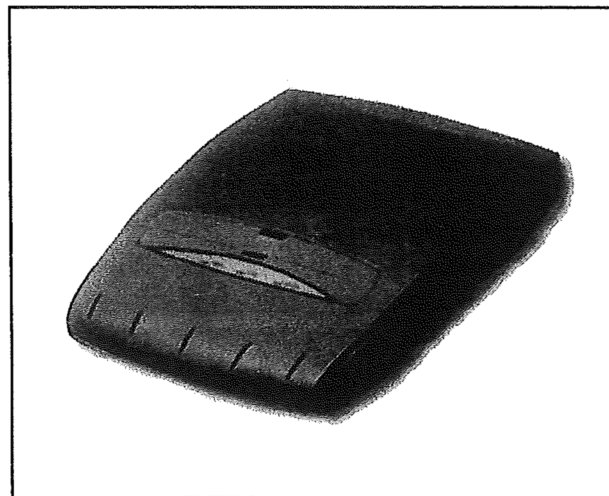
De vele mogelijkheden voor de instelling van een ADSL-overdracht vereisen tijdens de initialisering van de verbinding de uitwisseling van een complex protocol. Tijdens deze initialisatie maken de centrale en het ADSL-modem elkaars configuratie bekend. De praktisch bruikbare frequentiespectra in beide richtingen worden gemeten, waarbij de zendende kant enkelvoudige tonen (draaggolven) uitzendt, terwijl de ontvangende kant de ontvangststerkte meet en andersom. Vervolgens worden de bit snelheden voor de downstream- en upstream-kanalen bepaald en de methode om de richting van de kanalen te scheiden (FDM of EC) door het sturen van testpatronen. Dit hele proces is van groot belang voor het vaststellen van de nog betrouwbare maximale bit snelheid van een individuele aansluitleiding. Ook als de storingsverhoudingen veranderen kan ADSL daarop inspelen en door bit swapping de toewijzing van de bits op de draaggolven veranderen, zelfs tijdens bedrijf.

Deze ingewikkelde initialisering neemt minstens 20 seconde in beslag en kan zelfs langer dan een minuut duren. Maar dan weet men zeker dat de elektronica de maximaal mogelijke data snelheid voor iedere individuele draaggolf heeft bepaalt en de communicatie onder de gegeven omstandigheden met de maximaal acceptabele snelheid gaat verlopen!

Maar bij een open verbinding kan het natuurlijk gebeuren dat door verandering in de eigenschappen van de leiding het zorgvuldig bepaalde protocol niet meer optimaal voldoet waardoor de communicatie in elkaar stort. Het zal duidelijk zijn dat het herinstellen van het protocol nu geen 20 seconde tot meer dan een minuut mag duren! Vandaar heeft men de mogelijkheid ingebouwd om een verkorte initialisering uit te voeren, waarbij de leidingparameters, tijdens de opbouw van de verbinding vastgesteld, nu worden gebruikt om snel de nieuwe instellingen van het protocol te bepalen. De nieuwe optimale ADSL-verbinding wordt dan in 1 tot 2 seconde ingesteld.

Het ADSL-modem

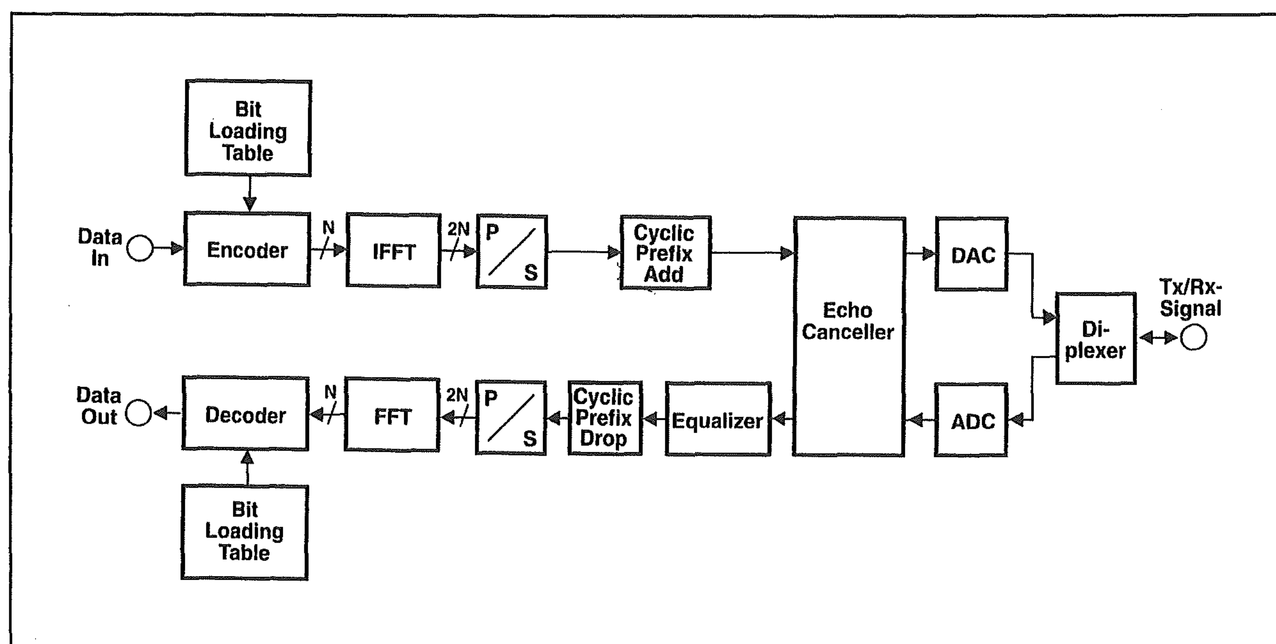
ADSL-modems zijn in niets te vergelijken met de traditionele modems. Hoewel deze modems in een klein kastje zitten, zie figuur 3/20.12-16, zijn de noodzakelijke schakelingen extreem ingewikkeld en voorbeelden van technische hoogstandjes.



Figuur 3/20.12-16: Een voorbeeld van een extern ADSL-modem.

In figuur 3/20.12-17 is een blokschematische impressie getekend van de elektronische ingewanden van een dergelijk kastje. De te verzenden gegevens “Data In” komen via een encoder binnen, waar ze worden toegewezen aan de N draaggolven van het ADSL-signaal. Dit gebeurt aan de hand van een zogenoemde “Bit Loading Table”, een tabel die bij de opbouw van de verbinding wordt samengesteld.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line



Figuur 3/20.12-17: Het blokschema van een ADSL-modem.

De Bit Loading Table bevat de informatie over de maximale bit capaciteit van de verschillende draaggolven. De encoder zorgt ook voor een Reed-Solomon FEC (Forward Error Correction) foutcorrectie. De parallel beschikbare bits ondergaan vervolgens in het IFFT-blok een "Inverse Fast Fourier Transformatie". Hierin worden de gegevens van de afzonderlijke draaggolven omgezet in de onderlinge juiste faseverhoudingen. Na parallel/serie-omzetting wordt nog cyclisch een voorzetcode toegevoegd die zorgt voor de synchronisatie van het systeem. De "Echo Canceler" vervormt de zend- en ontvangsignalen zodanig dat echo's op de leiding worden gecompenseerd. De optimale instelling van deze schakeling wordt tijdens de opbouw van de verbinding vastgesteld door het uitzenden en ontvangen van testpatronen.

De gehele voorbereiding van de modulatie verloopt dus digitaal. Maar natuurlijk is nu het moment aangebroken om van digitaal naar analoog over te schakelen!

Tot slot wordt het zendsignaal Tx dus door een digitaal naar analoog omzetter "DAC" omgezet in een analoog signaal en met behulp van de "Diplexer", die de zend- en ontvangpaden scheidt, op de leiding gezet.

Het binnenkomende ontvangsignaal Rx wordt via dezelfde "Diplexer" naar een analoog naar digitaal omzetter "ADC" gevoerd. Het digitale signaal gaat naar de "Echo-Canceler". Deze schakeling herstelt signaalbeschadigingen die kunnen optreden door leidingreflecties. De "Equalizer", die bij de initialisatie van de verbinding via verzonden en ontvangen testpatronen optimaal is ingesteld, herstelt de frequentievervorming.

Daarna wordt door het blok "Cyclic Prefix Drop" de prefix uit de datastroom gefilterd. Na de serieel naar parallel omzetting "P/S" staat op de ingang van de FFT-schakeling een parallel datawoord ter beschikking. Deze schakeling berekent uit de amplitude en faseverschillen van de ontvangen gegevens de bit combinaties

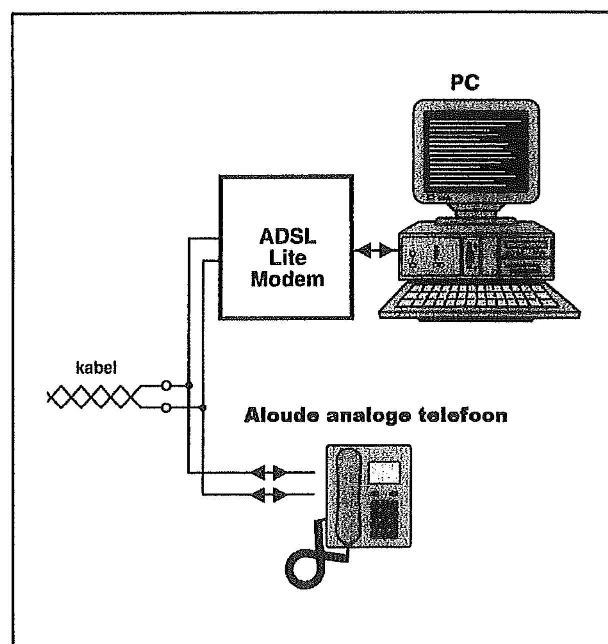
20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

die ontvangen zijn. Tot slot zorgt de "Decoder" ervoor dat de bits van de individuele draaggolven weer in de juiste volgorde worden gezet. Daarbij wordt uiteraard gebruik gemaakt van de "Bit Loading Table". Bovendien heeft de "Decoder" tot taak eventuele bitfouten te herstellen. Het toegepast Reed-Solomon algoritme, bekend van de Audio-CD, biedt daartoe vergaande mogelijkheden.

Maximale integratie
Talrijke halfgeleiderfabrikanten bieden inmiddels chipset's en componenten aan, speciaal voor ADSL-modems. Op dit moment zij n beschikbaar:
- Motorola met de "Copper Gold" chipset;
- ST Micro Electronics;
- Alcatel met de "DynaMite" chipset;
- Broadcom;
- GlobeSpan;
- Texas Instruments.

ADSL-Lite

Inleiding
Een aantal fabrikanten, waaronder grote jongens als Microsoft, Intel en Compaq, vonden de noodzaak tot het gebruik van een splitter aan de gebruikerskant maar niets. Immers, zo dachten deze grote jongens, de meeste gebruikers zijn niet in staat tot het uitvoeren van dergelijke technische handelingen als het installeren van zo'n kastje.
Bovendien heeft de splitter één groot nadeel. De elektronica in het kastje moet worden gevoed. Als de netspanning onverhoopt wegvalt, werkt de splitter niet meer en kan men dus ook de telefoon niet meer gebruiken. Nu is het de wens van iedere telecom maatschappij om de telefoon volledig netonafhankelijk te maken. Bij de oude vertrouwde telefoon wordt de voeding via de PTT-lijn zélf verzorgd en ook bij ISDN heeft men nog steeds de mogelijkheid om één telefoon te blijven gebruiken zonder netspanning.
De methode zonder splitter wordt "ADSL-Lite", "G.Lite" of "Universal ADSL" genoemd en is door de ITU als "ITU-Standard G992.2 - Splitterless ADSL" gestandaardiseerd.
Vanwege ingewikkelde technische redenen is het echter noodzakelijk het aantal draaggolven te halveren, dus te reduceren van 256 naar 128. Het aantal bit/sHz wordt bovendien teruggeschroefd van 15 tot 8. Dit heeft als voordeel dat het QAM-modulatieschema veel eenvoudiger wordt.



Figuur 3/20.12-18: ADSL-Lite is gemakkelijk zat: analoge telefoon in de contactdoos en vandaar met een kabeltje naar het speciale ADSL-Lite modem.

20.12 ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line

Deze technische maatregelen hebben natuurlijk hun effect op de snelheid van een ADSL-Lite verbinding. De downstreamdatarate wordt gereduceerd tot circa 1,5 Mbps terwijl upstream met 500 kbps kan worden gezonden.
In principe kan ADSL-Lite door iedere gebruiker zélf worden aangesloten. Men heeft immers alleen een ADSL-modem nodig en de bestaande analoge telefoon kan zo in de wandcontactdoos worden geplugd.
Toch verwacht men dat slechts in de helft van alle huishoudens of bedrijven ADSL-Lite zonder problemen zal werken. Bij de rest zal het nodig zijn om de bedrading in huis of kantoor aan te passen om ADSL-LITE mogelijk te maken.

ADSL-terminologie

Tot slot geven wij men nog de verklaring van een aantal typische ADSL-termen.

- DSLAM:
  DSLAM betekent Digital Subscriber Line Access Multiplexer. Een apparaat dat er in de centrale voor zorgt dat verschillende ADSL-gebruikers toegang krijgen tot de centrale.
- CAP ADSL:
  CAP ADSL is het beschreven type ADSL dat gebruik maakt van QAM modulatie.
- DMT ADSL:
  Staat voor "Discrete Multi-Tone". DMT ADSL gebruikt modulatie door middel van signalen met verschillende frequenties in plaats van de QAM modulatietechniek. DMT ADSL is nu ook een ANSI standaard.
- ATU-C:
  ATU-C betekent ADSL Transmission Unit at Central Office.
- ATU-R:
  Betekent ADSL Transmission Unit for Resident.
- ILEC:
  ILEC betekent Incumbent Local Exchange Carrier (in Nederland KPN Telecom).
- CLEC:
  Betekent Competitive Local Exchange Carrier.
- NAC:
  Network Access Concentrator.
- BRAS:
  Broadband Remote Access Server.

3/20.13

Internet per satelliet

Sneller dan kabel en ADSL

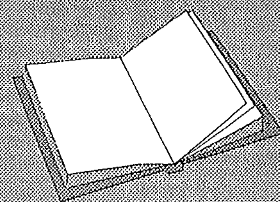
Inleiding

De als "snel" gepresenteerde internetsystemen kabel en ADSL hebben toch wel wat nadelen. ADSL is nog lang niet overal beschikbaar en er zijn nogal wat kinderziektes. De kabel kán snel zijn, maar heeft als nadeel dat hoe meer surfers er op één kabel zitten, hoe trager de verbinding wordt. Dat is logisch, want de kabel heeft een bepaalde maximale bandbreedte en datasnelheid en die grootheden worden gedeeld door iedereen die via de kabel surft. En tegenwoordig zit niemand alleen op internet! Iedereen die veel zakelijk op internet zit en veel downloadverkeer genereert, doet er wellicht verstandig aan een satellietverbinding te overwegen.
Download snelheden van meer dan 2 Mbit/s zijn met satellietinternet in principe haalbaar. Hoewel de webserver van de site die wordt bezocht soms niet sneller is dan 150 kbit/s, kan men dan wél meerdere bestanden tegelijk downloaden, zonder dat de snelheid in het gedrang komt.

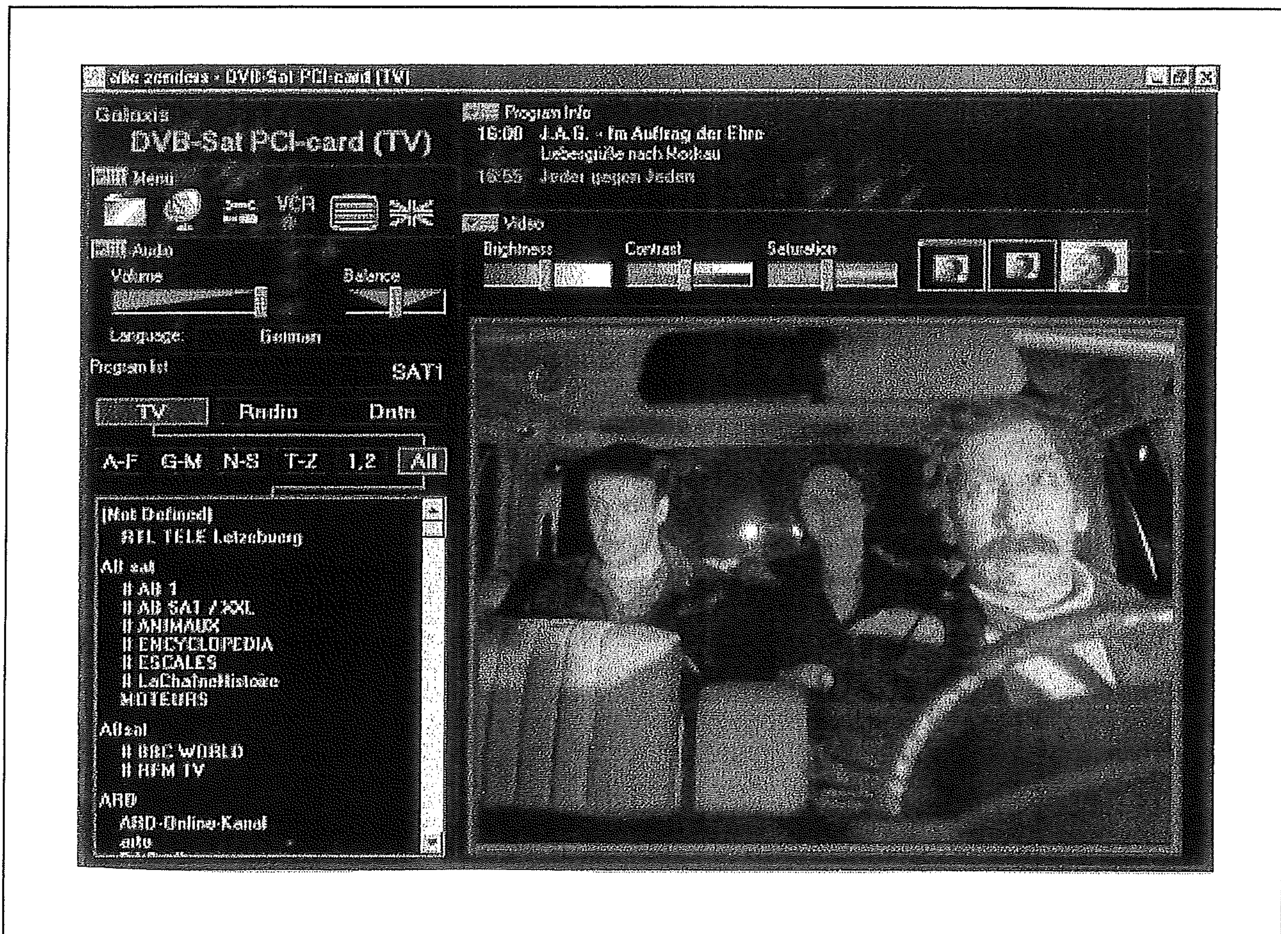
Voordelen

Satellietinternet heeft één groot voordeel en één groot nadeel. Het grote voordeel is dat men er overal in Nederland gebruik van kan maken. Of men nu in Groningen of in Eijsden woont, men kan immers altijd een schotel aan de muur bevestigen en de signalen van de ASTRA-satelliet ontvangen. Satellietinternet is dus ideaal voor iedereen die in een klein stadje of dorpse omgeving is gevestigd waar voorlopig geen kabelinternet beschikbaar is en waar ook ADSL de komende jaren niet zal worden ingevoerd. Leuk meegenomen bij satellietinternet is dat men ook meteen gebruik kunt maken van de honderden tv- en radiokanalen die op de ASTRA-satelliet ter beschikking staan.
Deze service noemt men FTA (Free To Air, oftewel ongecodeerde satellietontvangst). Bij deze mogelijkheid werkt de noodzakelijke PCI-kaart als een soort digitale satellietontvanger die onder softwarebesturing TV-beelden op de PC kan toveren (zie figuur 3/20.13-1) en, via een aparte connector, ook op een gewone TV.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.9
Hoofdstuk 3/20.12



20.13 Internet per satelliet



Figuur 3/20.13-1: Een handig extraatje: de PC-monitor wordt TV-ontvanger.

De PCI-kaart kan zo'n 60 ongecodeerde ASTRA-kanalen op die manier weergeven. Het TV-beeld kan men in een venster of als volledig beeld op de PC-monitor bekijken. In venstermodus heeft men de mogelijkheid om te kijken en gelijk met de PC door te werken.
Naast deze FTA-ontvangst kan men door middel van afstemmen op de transponders 113 en 114 van de ASTRA-satelliet een aantal IP-streamed videoprogramma's ontvangen. Deze programma's kennen elk een snelheid van 1 Mbit/s, verschijnen in een apart venster op het scherm en zijn van een redelijke kwaliteit dankzij de gebruikte MPEG-protocollen.

Op dit moment zijn beschikbaar: RTL-4, BVN, TMF, Eurosport, Discovery, CNBC, Travel, QVC, Octane en Motors.

Nadelen

Het grote nadeel van de meest eenvoudige en goedkope versie van satellietinternet is echter dat men alleen informatie van de satelliet kan ontvangen, maar er géén informatie naartoe kan sturen. Voor de upstream heeft men nog steeds een modem nodig. Net zoals ADSL is deze eenvoudige versie van satellietinternet dus een asymmetrische verbinding. Dit brengt met zich mee dat de upload snelheden erg laag zijn en dat er nog steeds

telefoontikken moeten worden betaald. Echter, door de zeer hoge downloadsnelheden wordt de internetverbinding natuurlijk wél een stuk goedkoper, aangezien men minder lang op de downloads hoeft te wachten.

Conclusie
Satellietinternet is dus het enige snelle internetsysteem dat op dit moment voor heel Nederland beschikbaar is.
De grote voordelen die internet via de satelliet met zich meebrengt spitsen zich met name toe in die gevallen waarbij:
- informatie-uitwisseling ongelijkmatig of asymmetrisch is;
- informatie wordt uitgewisseld met of vanuit locaties met een beperkte infrastructuur;
- grote databestanden regelmatig en tegelijkertijd naar één of meerdere locaties worden gestuurd (point to-point of point-to-multipoint);
- flexibele bandbreedte is vereist;
- toegang tot breedbandige diensten zoals video- en audiobroadcast gewenst is;
- snelle implementatie wordt vereist;
- bereik door heel Europa noodzakelijk is;
- compatibiliteit met bestaande internet-software een eis is;
- compatibiliteit met bestaande netwerk infrastructuur noodzakelijk is.

Leuke extra's

Inleiding
De meeste satellietinternet aanbieders bieden naast de gewone internettoegang een aantal extra's.
Een paar van deze diensten worden in het kort behandeld.

Snel zonder telefoontikken downloaden
Dit is een dienst die onder andere door Europe On Line (EON) wordt aangeboden. Via het "Download Center" kiest men uit een lijst van grote bestanden eentje uit dat men wil hebben. Dat kan bijvoorbeeld een update zijn van een PC-applicaties. Na het aanklikken van het bestand krijgt men een melding dat de software is gereserveerd. Nu kan men uitloggen en de modemverbinding afsluiten. De gereserveerde file komt dan op de aangegeven tijd via de satelliet binnen. Dit gaat supersnel en dus zonder telefoonkosten. Men kan maximaal 700 MB aan software reserveren.

File Fetch
Als aanvulling op het "Download Center" heeft EON een zogenaamde "FileFetch". Mocht men iets speciaals willen downloaden dat niet in de lijst van het "Download Center" staat, dan kan men het toch snel downloaden. Men geeft het internetadres op waar de software staat, dat kan dus een MP3-file zijn die in Taiwan staat. Men krijgt de melding dat deze file wordt gezocht en men kan de verbinding weer verbreken. EON zal de software van de site in Taiwan downloaden en weer via de satelliet toezenden.

E-mailen via de satelliet, E-LERT
Men kan ook e-mail ontvangen via de satelliet. Met een normaal internetabonnement moet men elke keer inbellen om te kijken of er een nieuwe e-mail is binnengekomen. EON heeft daarvoor de E-LERT bedacht. Wanneer een e-mail wordt ontvangen op zo'n EON e-mail account, dan krijgt men daar een melding van. De melding komt binnen zonder dat de PC ingelogd hoeft te staan. Het kost dus geen telefoontikken!

Digitale video-opname

Met de DVB-standaard worden het TV-beeld en het geluid in MPEG2-formaat ontvangen. Met de hardware kan deze digitale datastroom zonder complexe bewerkingen worden opgeslagen. Dit houdt in dat de video-opname met een hoge kwaliteit en met 25 beelden per seconden wordt opgeslagen. Voor een opname van één uur heeft men ongeveer 1,6 GB schijfruimte nodig. Wanneer later de opname weer wordt afspeelt, gebeurt dit met de kwaliteit van de originele uitzending.

Digitale satellietradio

Dat betekent volledig ruisvrij radiogeluid in audio-CD kwaliteit. Alleen al op de ASTRA-satelliet worden meer dan vijftig digitale radiokanalen aangeboden!

Videotext

Met de videotext decoder van de hardware behoren de soms lange wachttijden bij ontvangst van videotextpagina's via kabel-TV tot de verleden tijd. Bij de digitale satellietontvangst is er voor videotext een grote bandbreedte beschikbaar, er kunnen tegelijkertijd meerdere pagina's worden ontvangen. De software regelt een simpele toegang met de muis tot de pagina's en zelfs subpagina's. De videotext informatie kan als tekst of in HTML-formaat worden opgeslagen of vanuit het programma rechtstreeks afgedrukt.

De praktijk

De kostprijs

Een van de voornaamste gegevens is natuurlijk het kostenplaatje. Er zijn diverse bedrijven die satellietinternet aanbieden, waarvan een van de grootste het bedrijf BySky is. Een satellietinternet abonnement bij deze aanbieder kost ongeveer € 30,00 per maand. Dit is goedkoper dan de abonnementen van de meeste kabel- en ADSL-aanbieders, maar vergeet vooral niet dat bij satellietinternet nog steeds de telefoontikken moeten worden betaald. De aansluitkosten bedragen € 25,00 en een digitale satellietontvangerkaart kost ongeveer € 300,00. Uiteraard heeft men een schotelantenne nodig, maar de kans is natuurlijk groot dat die al aanwezig is. Bovendien moet die schotel voorzien zijn van een voor digitale ontvangst geschikte LMB. Wij komen daar later op terug.
Alles bij mekaar vallen de kosten dus nogal mee.

Wat is er nodig?

Voor het internetten per satelliet heeft men, op de keper beschouwd, niet eens zoveel nieuwe spullen nodig. Zeker als men reeds een schotel heeft voor TV-ontvangst vallen de investeringen mee. Laten we eens een compleet lijstje maken, waarbij wij ervan uitgaan dat er nog niets aanwezig is.

- Een vrij uitzicht op het zuid/zuidwesten voor ongehinderde ontvangst van het satellietsignaal. Ook bomen of andere hindernissen zijn niet acceptabel. Die mooie appelboom bij de buren moet er dus uit!
- Een schotelantenne met minimaal 60 cm diameter en geschikt voor digitale ontvangst, uitgericht op de ASTRA 19,2 graden oost. Wat is een digitaal geschikte satelliet antenne? Om met een schotel niet alleen analoge maar ook digitale signalen te kunnen ontvangen, moet de schotel over een universele LNB beschikken. De LNB is de "ontvangstantenne" die in het brandpunt van de schotel staat. Universele

20.13 Internet per satelliet

LNB's kunnen de lage en hoge band ontvangen (10,7 GHz tot 11,7 GHz en 11,70 GHz tot 12,75 GHz). Wanneer een satellietsysteem jonger is dan twee jaar, dan is het hoogst waarschijnlijk dat er al een universele LNB aanwezig is. Oudere systemen die niet over de goede LNB bezitten kunnen hiermee alsnog worden uitgerust.
- Een zogenoemde DVB PCI-kaart met software, die wordt verbonden met de schotelantenne door middel van H125 of gelijkwaardige coaxkabel.
- Een abonnement bij een satellietinternet serviceprovider (SISP).
- Een telefoonaansluiting, liefst ISDN voor de snelheid.
- Een PC met Windows 95/98 of NT, Internet Explorer (4.x) of Netscape (4.x), minimaal Pentium 200 MHz processor, 32 MB geheugen, modem of ISDN-adapter, vrij PCI 2.1 slot, vrij IRQ-adres, 50 MB vrije ruimte op de harde schijf, CD-ROM speler en geluidskaart (SoundBlaster-compatibel).
- Naast de standaard internetsoftware, MS Explorer of Netscape, heeft men een zogenoemde client nodig voor de satelliettoegang. Deze ontvangt men bij de DVB-kaart.

De spelers op de markt

Microsoft en Motorola

Ook bij de ontwikkeling van satellietinternet spelen Motorola en Microsoft een belangrijke rol. Beide bedrijven werken samen met Matra Marconi Space, ontwerper van satellieten, aan het "Celestri"-systeem. Daarnaast kondigde Motorola aan een belang van 26% te nemen in "Teledesic". Het "Celestri"-systeem zal worden geïntegreerd in "Teledesic". Dit eerder vermelde initiatief vanBill Gates en Craig McCaw had als doel een "Internet in the sky" op te zetten. Met de investering ter waarde van meer dan 1,5 miljard dollar van Motorola heeft dit streven een nieuwe impuls gekregen. Teledesic zal 288 satellieten in een lage baan om de aarde schieten.

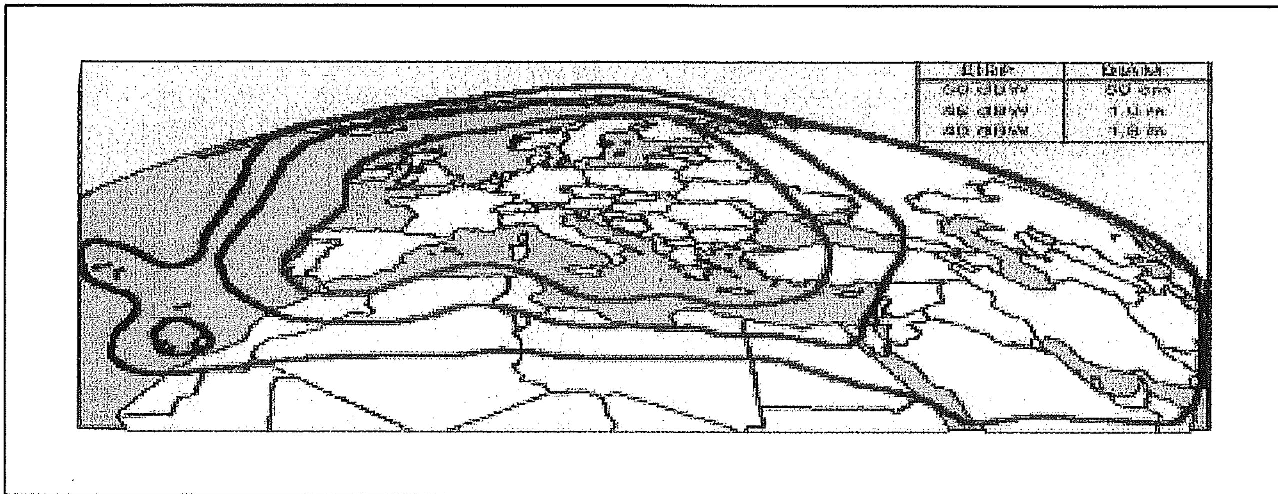
Het systeem zal hogesnelheidsverbindingen aanbieden aan bedrijven en particulieren. "Teledesic" zal rond 2003 volledig operationeel zijn. De kosten bedragen bijna 20 miljard gulden.

AstraNet met BBI

De Luxemburgse satellietoperator AstraNet plant nog dit jaar de lancering van tweeweg satellietverbindingen. De multimedia mogelijkheden via de satelliet zien er veelbelovend uit. De technologie is onder meer uitermate geschikt voor "broadcast", point-to-point toepassingen zoals video-on-demand en point-to-multipoint toepassingen zoals digitale televisie en streaming video. De klassieke satelliettechnologie is voor internetdoeleinden nauwelijks geschikt. Zwakke schakel is het uitgaande verkeer. Men kan via iedere telecommunicatie satelliet weliswaar massa's gegevens ontvangen tegen enorme snelheden, maar men kan géén gegevens uploaden. AstraNet heeft dit tekort aangepakt. Met een nieuwe technologie, het "Broadband Interactive System" (BBI), wordt voortaan ook uitgaand verkeer ondersteund.

Ongeveer een jaar geleden werd de 3,5 ton zware Astra 1G in een baan om de aarde gebracht. In het voorjaar van 2001 werd de Astra 1H gelanceerd. De "footprints" (het ontvangstbereik) van beide satellieten samen beslaat heel West- en Oost-Europa, zie figuur 3/20.13-2.

20.13 Internet per satelliet



Figuur 3/20.13-2: De "footprints" van de ASTRA-satellieten.

Het ASTRA-satellietsysteem werd dus speciaal ontwikkeld om tweeweg verbindingen mogelijk te maken. Om deze technologie te kunnen gebruiken heeft men een "Satellite Interactive Terminal", of kortweg SIT, nodig. Dit apparaat is een speciaal ontwikkelde indoor-schotelantenne die op de PC wordt aangesloten. Naast surfen op het internet is de SIT ook geschikt om TV-, radio- en videosignalen te verwerken. Traditioneel ligt de ontvangstsnelheid van informatie via de satelliet rond 38 Mbit per seconde. De uploadsnelheid ligt een stuk lager en varieert naargelang het bedrag dat men ervoor wil betalen. Bestanden uploaden via de satelliet kan tegen snelheden tussen 144 kbit en 2 Mbit per seconde. AstraNet staat op het punt de BBI-technologie te commercialiseren. Hierbij wordt in eerste instantie gemikt op kleine en middelgrote ondernemingen waarvoor de "aardse" internetkanalen onvoldoende zijn en die een grote behoefte hebben aan een betaalbare breedband oplossing.

America on Line

America Online (AOL) investeert 1,5 miljard dollar in Hughes Electronics, aanbieder van satelliettelevisie en internet via de satelliet. Hughes zal abonnees gaan werven onder AOL-gebruikers voor zijn satelliet televisiedienst "DirecTV". Via het signaal van Hughes kan AOL op termijn zijn interactieve televisieplannen verwezenlijken en breedbandtoegang tot internet gaan aanbieden. Naast honderden digitale televisiekanalen met "DirecTV" biedt Hughes ook "DirecPC" aan, internet via de satelliet. Ook Hughes werkt aan een satelliet die tweewegverkeer aankan. Deze satelliet moet in 2003 worden gelanceerd.

BySky

BySky is een van de bekendste aanbieders van breedband internet over de ASTRA-satelliet. Men kan landelijk bij BySky tegen lokaal tarief inbellen. BySky biedt, via een eigen internet netwerk, een verbinding met het Europe Online Network in Luxemburg aan.

Hiervoor gebruikt BySky dedicated IP-verbindingen met Luxemburg en heeft daar ook servers staan. Het gevolg is dat hierdoor een heel efficiënte opbouw van de verbindingen met Luxemburg ontstaat, waardoor ook e-mail via de ASTRA-satelliet kan lopen.

20.13 Internet per satelliet

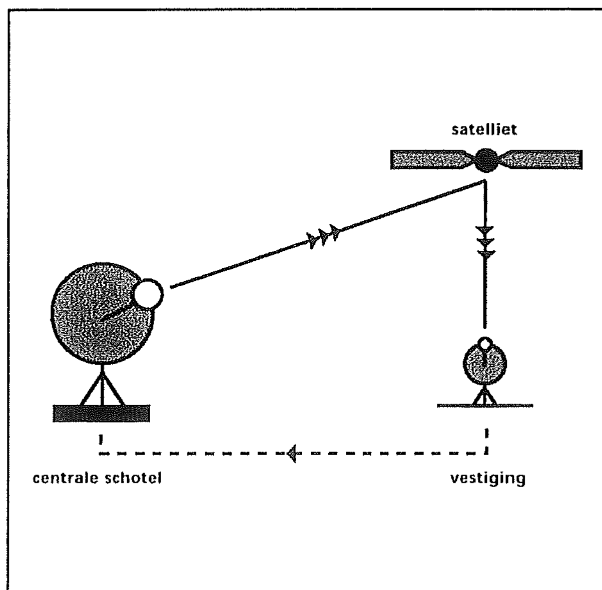
Hoe het werkt

Inleiding
De informatie die men bij de satelliet opvraagt wordt voorzien van het zogenoemde unieke MAC-adres van de in de computer geïnstalleerde DVB-kaart. Dit MAC-adres (Media Access Control) heeft een wiskundige relatie met het bekende IP-adres. De transponders van de satelliet (de eigenlijke zenders) sturen dus allemaal pakketjes informatie, voorzien van een MAC-adres, naar iedereen die met een schotel gericht staat op de ASTRA-satelliet. Het in de individuele PC aanwezige DVB-kaartje haalt met behulp van dit MAC-adres alleen de opgevraagde informatie binnen.

Drie systemen
Er bestaat satelliet internet en satelliet internet. Een en ander is afhankelijk van de luxe die men wil hebben en het geld dat ervoor beschikbaar is.

- One-way, zoals EON:
  Maakt gebruik van de ASTRA-satelliet en is voornamelijk bedoeld voor goedkoop particulier gebruik met alleen snelle downstream via de satelliet.
- One-way zoals DirecPC:
  Maakt gebruik van de HotBird-satelliet en is opgezet voor zakelijk gebruik met alleen snelle downstream via de satelliet.
- Two-way zoals WebSat:
  Levert een tweeweg internetsatelliet verbinding voor zakelijk gebruik met snelle up- en downstream verbindingen.
- Multicast:
  Bij deze techniek worden de signalen vanuit één centrale verzonden en ontvangen door diverse schotels. Een dergelijke opzet is dus geschikt voor een groot bedrijf met regionale vestigingen.

De techniek van one-way
Normaal gesproken loopt een internetverbinding via een modem of ISDN-adapter. De snelheden die daarbij mogelijk zijn variëren van 33,6 kbit/s tot in het gunstigste geval 64 kbit/s. De verzend- en ontvangstsnelheid van de PC naar internet en van internet naar de PC zijn daarbij gelijk. De hoeveelheid informatie die wordt verstuurt of ontvangt is echter niet gelijk. Men zal vrijwel altijd weinig informatie versturen (upstream) maar veel informatie ontvangen (downstream). De belemmerende factor is dus de downstream, vanaf internet naar de PC toe. Door gebruik te maken van de grote bandbreedte van een satelliet voor de downstream is er dus een grote snelheidswinst te behalen.



Figuur 3/20.13-3: Bij one-way bestaat er in slechts één richting een verbinding tussen een schotel en de satelliet.

20.13 Internet per satelliet

Informatie die wordt verstuurt, bijvoorbeeld het opvragen van een internetpagina, loopt nog steeds via het standaard modem of de ISDN-verbinding. Het antwoord daarop, de betreffende internetpagina, komt nu echter via de satelliet razendsnel bij binnen. Behalve het "normale" surfen zijn er nog diverse andere mogelijkheden, zoals video-on-demand of download-on-demand op hoge snelheid via het EON-downloadcenter. Een EON-abonnement is in feite bedoeld voor de particuliere markt en er worden bijvoorbeeld geen garanties gegeven wat betreft bandbreedte en beschikbaarheid. Het is een flat fee-abonnement, zodat er geen tarief per ontvangen MB wordt berekend. Voor gebruik van one-way communicatie zijn alleen een kleine satellietschotel en een satellietrouter noodzakelijk. De schotel heeft een doorsnede van zo'n 60 cm, is gemakkelijk aan een muur of op een plat dak te plaatsen en blijft door zijn beperkte grootte onder de bouwvergunninggrens. Via ISDN of een normale lijn stuurt men e-mail en datarequests naar het internet. De Eutelsat-satelliet die hiervoor meestal wordt gebruikt heeft een dekking van heel Europa en de noordelijke rand van Afrika.

De techniek van DirecPC

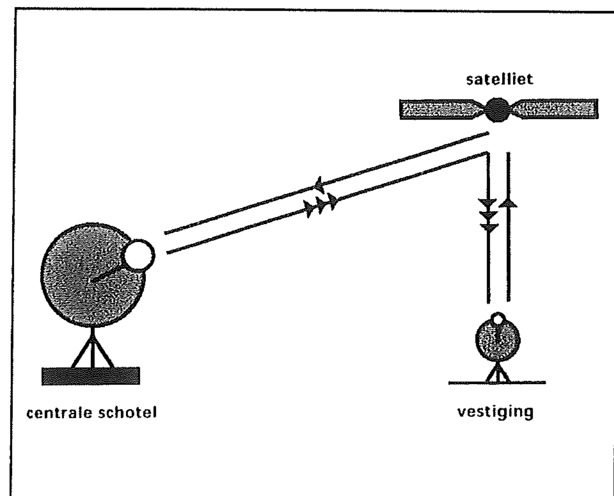
Het DirecPC abonnement is bestemd voor de zakelijke markt en heeft een bijbehorende beschikbaarheid. Er wordt per ontvangen MB een tarief berekend. Het DirecPC abonnement is ook te gebruiken voor Windows NT/Novell-netwerkgebruikers en geeft daarvoor eveneens volledige ondersteuning. De haalbare datasnelheden hangen een beetje af van het abonnement en van de serviceprovider, maar voor de downstream-link kan men toch denken aan snelheden tussen 300 kbit/s tot 2 Mbit/s, zie figuur 3/20.13-4.

Snelheid upstream	Snelheid downstream	Maximum dataverkeer
64 Kbit	300 Kbit	3 Gbyte
128 Kbit	800 Kbit	6 Gbyte
256 Kbit	2 Mbit	10 Gbyte

Figuur 3/20.13-4: Sneller dan ADSL? Kijk dan eens naar deze snelheden die een one-way-satellietverbinding kan hebben!

De techniek van WebSat

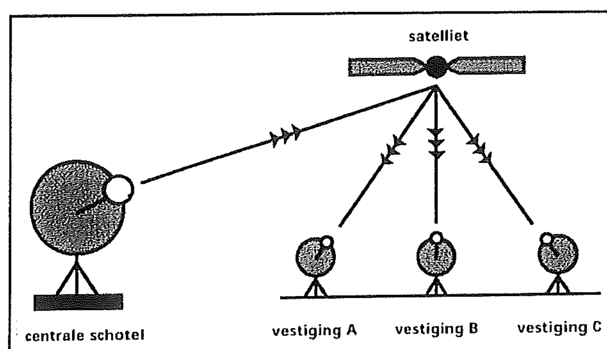
Bij WebSat heeft men de beschikking over een volledig symmetrische verbinding, zie figuur 3/20.13-5. Men kan dus up- en downloaden met dezelfde snelheid. Het zal echter wel duidelijk zijn dat aan deze toepassing een behoorlijk prijskaartje hangt.



Figuur 3/20.13-5: Bij two-way wordt er volledig synchroon heen en weer gestuurd.

WebSat maakt gebruik van de HotBird-satelliet op 7 graden oost. Deze oplossing

is met name interessant voor bedrijven die op korte termijn een snelle internetverbinding nodig hebben of voor mobiele gebruikers die op vrijwel iedere plaats in Europa internet toegang wensen. De WebSat oplossing bestaat uit een ovale schotel van 96 cm doorsnede die zowel kan zenden als ontvangen. Het ontvangen kan tot snelheden van 4 Mbit/s, het verzenden gebeurt via een 16 kbit/s burstmode retourkanaal. Vanwege de lage snelheid van het retourkanaal is dit systeem minder geschikt voor het aanbieden van websites en dergelijke. Voor het opvragen van internet informatie is dit beperkte retourkanaal echter geen belemmering.
De two way satellietoplossingen onderscheiden zich van de andere diensten door hun snelle levertijd op Europese schaal. Dezelfde satelliet bestrijkt namelijk heel Europa. De benodigde apparatuur voor two way-satelliet is, naast de schotel, DVB ontvangst- en zendapparatuur.



Figuur 3/20.13-6: Heel professioneel maar ook heel duur gaat het er bij Multicast toe.

De techniek van Multicast

Behalve de een- en tweewegverbindingen zijn er ook Multicast verbindingen mogelijk. Dit betreft grote hoeveelheden data die vanuit één punt naar de satelliet worden verstuurd om van daaruit naar meerdere locaties op aarde te worden verzonden, zie figuur 3/20.13-6.
Multicast toepassingen zijn echt specifiek en worden dus door de provider als maatwerk aan klanten geleverd.
Aanbieder Ision zette zo'n systeem op voor muziekzender "The Box". The Box is een muziekzender die over televisie videoclips op maat aanbiedt aan zijn abonnees. Om dit te realiseren heeft The Box veertig studio's door het hele land die de beschikking moeten hebben over alle beschikbare videoclips. De videobestanden worden vanuit het hoofdkantoor van The Box naar de satelliet gezonden, van waaruit deze naar de regionale vestigingen, die hiervoor allemaal zijn uitgerust met een schotel, worden doorgestuurd .

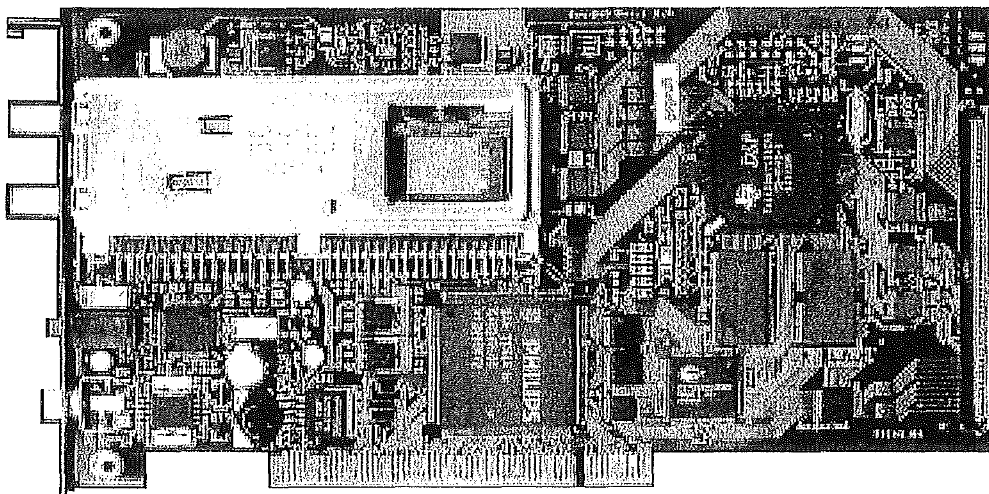
Internetsatelliet DVB

Inleiding

Voor het verwerken van de door de schotelantenne aangeleverde signalen moet men een speciale kaart in de PC monteren: de DVB-satellietkaart. DVB is het letterwoord van "Digital Video Broadcasting" en is het systeem waarmee digitale tv-signalen via de satelliet worden uitgestraald. In principe is een kaart voor satellietinternet opgebouwd volgens dezelfde technologie als de moderne digitale TV-ontvangers. De kaarten hebben een PCI-slot en worden tegenwoordig meestal door TechnoTrend gemaakt en op de markt gebracht onder verschillende merknamen, zoals Galaxis of Hauppauge. De gemiddelde kaart kost zo'n € 350,00.
De kaart is voorzien van een uniek Media Access Control (MAC)-adres. Dit adres heeft een verwantschap onder de vorm

van een wiskundige relatie met het bekende IP-adres en wordt specifiek gebruikt als een uniek identificatienummer waarmee de provider de klant kan herkennen. De transponders van de satelliet zenden voor allerlei klanten bestemde pakketjes, elk voorzien van MAC-adressen, uit en de kaart filtert daar, door middel van het MAC-adres, weer de voor de gebruiker bestemde pakketjes uit.
De kaart bevat in de meeste gevallen een complete DVB-ontvanger en een moderne DVB-tuner, inclusief RF-doorlussing van de tweede generatie, zoals die ook in Mediasat-satelliet-tv-ontvangers worden aangetroffen. Men kan dus met de kaart alle moderne satelliet-TV- en -radiotoepassingen ontvangen.

De elektronica
In de tuner zelf vindt al de I-Q-demodulatie plaats, terwijl het foutherstel en de routing van de DVB-packets door een Philips IC en een DSP (digital signal processor) van Texas Instruments worden verzorgd. De kaart bevat verder de nodige RAM-chips en buffer-IC's. Naast twee coax F-connectoren bevat de gemiddelde DVB-kaart een audio- en videoconnector, zodat men er ook een normale televisie op aan kan sluiten, zij het dat men om op deze manier de beelden te bekijken, uiteraard de PC ingeschakeld moet laten.
Opmerkelijk is vaak de aanwezigheid van een connector waarmee de kaart later met een Common Interface (CI) unit kan worden uitgebreid. Deze optie zal worden gebruikt om de IP (Internet Protocol)-packets te coderen om daarmee privacy te garanderen.
Maar men kan deze CI ook gebruiken voor het aansluiten van een smartcard voor bijvoorbeeld de ontvangst van de gecodeerde Canal+ Digital-TV kanalen.



Figuur 3/20.13-7: Een typisch voorbeeld van een DVB-kaart.

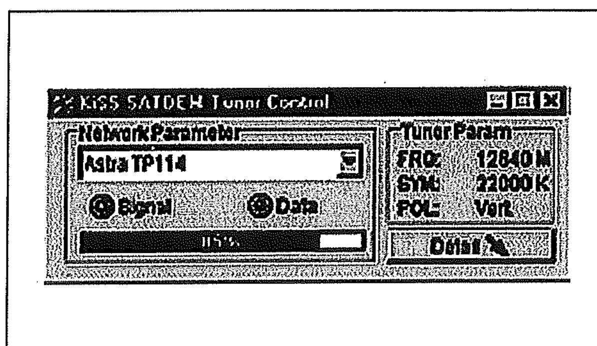
Een groot deel van de voor de werking van de DVB-kaarten noodzakelijke software is niet op de kaart ondergebracht, maar wordt door de PC verzorgd. Groot voordeel is dat de software dus gemakkelijk te updaten is.
De beeldkwaliteiten zowel op de PC als op de TV zijn in principe rechtstreeks vergelijkbaar met die afkomstig van normale DVB-ontvangers.

Leverbare kaarten
Uiteraard is deze snel groeiende markt in beweging en een overzicht van alle leverbare DVB-kaarten is niet mogelijk. Toch een kort overzicht met prijzen.
- SATDEM PCI:
  Prijs ongeveer € 300,00.
- Cyberstream SAT1 PCI:
  Prijs ongeveer € 330,00.
- Skymedia 300 PCI:
  Wordt geleverd inclusief hardwarematige voorzieningen voor PV-ontvangst.
  Prijs ongeveer € 500,00.
- Galaxis:
  Prijs ongeveer € 330,00.

Zelf installeren

Plug & Play
Als er al een schotel op het dak staat kan men overwegen om de installatie zélf uit te voeren. Dat bespaart alweer een paar uur arbeidsloon. De DVB PC-kaart is een eenvoudige "plug en play"-kaart die dus door Windows 95/98 wordt herkend. Hierdoor is het installeren van deze kaart een peulenschil, zeker als er al ervaring aanwezig is met de installatie van andere PC-kaarten. De installatie van het kaartje verloopt eigenlijk zeer eenvoudig. Nadat het kaartje in de PC is ingebouwd, is het met behulp van de meegeleverde drivers in een mum van tijd onder Windows geïnstalleerd. Daarna moet men alleen nog de software voor de ontvangst van de data-, TV- en radiosignalen installeren.

De schotelantenne
Ook de schotelantenne is, dankzij de meegeleverde software, zélf op de satelliet te richten. Voor het uitrichten van de schotel moet bijvoorbeeld een programma als "Tuner Control" worden gestart. Dergelijke programma's krijgt men bij de DVB-kaart en werken in principe allemaal hetzelfde.
Men moet dit programma eerst configureren voor de ASTRA-satelliet, zie figuur 3/20.13-8.



Figuur 3/20.13-8: Men moet de software eerst configureren voor de gebruikte satelliet, in dit voorbeeld de ASTRA.

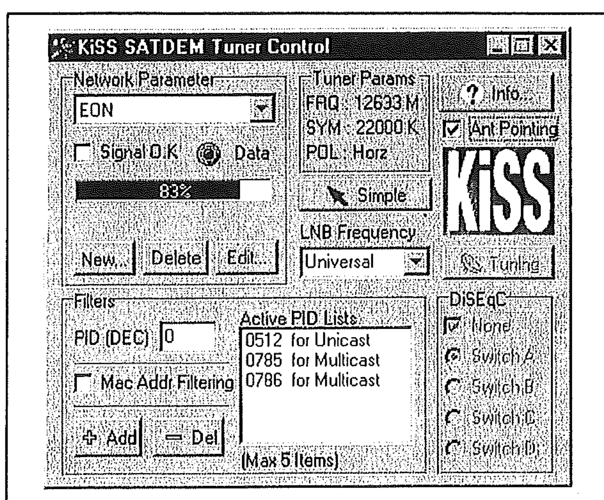
Hier kan men de frequentie van de geselecteerde transponder instellen en de symbol rate van het gewenste signaal dat gaat worden ontvangen. Bij een bepaalde transponder hoort een bepaalde proxyserver. Deze moet men later dan handmatig instellen in de internetbrowser, zie figuur 3/20.13-9.

20.13 Internet per satelliet

PARAMETER	TRANSPONDER 113	TRANSPONDER 114	TRANSPONDER 115
FREQUENTIE	12.63325 GHz	12.64000 GHz	1266275 GHz
POLARISATIE	HORIZONTAAL	VERTICAAL	VERTICAAL
FEC	5/6	5/6	5/6
SYMBOLRATE	22 MS	22 MS	22 MS
LOGIN SERVER IP	194.177.32.4	194.177.32.35	194.177.32.163
PROXY SERVER IP	194.177.32.6	194.177.32.36	194.177.32.164

Figuur 3/20.13-9: Deze gegevens van de drie ASTRA-transponders heeft men nodig als men zélf aan de slag gaat.

Start de "Tuner Control"-software nadien weer op en klik op de optie "Detail". Activeer de optie "Antenne Pointing". Hiermee kan men de schotel op de satelliet gaan uitrichten. De DVB-kaart zal nu continu de signaalsterkte van de ontvangen signalen meten. Lees nu de signaalsterkte in het venstertje af, zie figuur 3/20.13-10.



Figuur 3/20.13-10: Met de gegevens in dit venstertje kan men de schotel precies op de ASTRA-satelliet uitrichten.

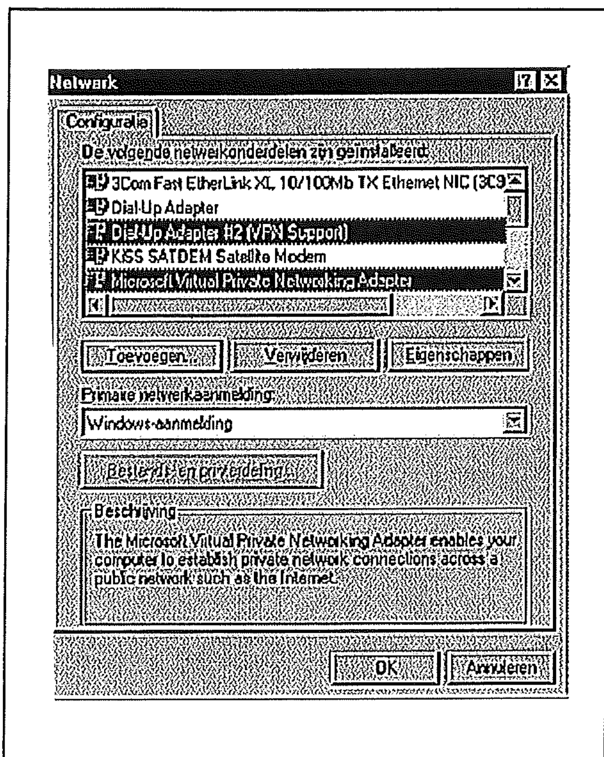
Zet een streep in het midden op de mastklem van de schotel. Draai de vleugelmoeren van de mastklem een beetje los en draai nu heel voorzichtig de schotel naar links totdat de signaalsterkte bijvoorbeeld nog maar 70% bedraagt. Trek nu met potlood de streep op de mastklem door op de mast. Draai nu de schotel voorzichtig naar rechts totdat weer 70% signaalsterkte wordt aangegeven. Trek nu weer de streep op de mastklem door op de mast. Draai nu de schotel terug zodat de streep op de mastklem in het midden van de twee strepen op de mast staat. De schotel staat zo perfect uitgericht. Ditzelfde kan men ook doen met de elevatiehoekklem.

Vergeet nadien niet de "Antenne Pointing"-optie uit te zetten in de software!

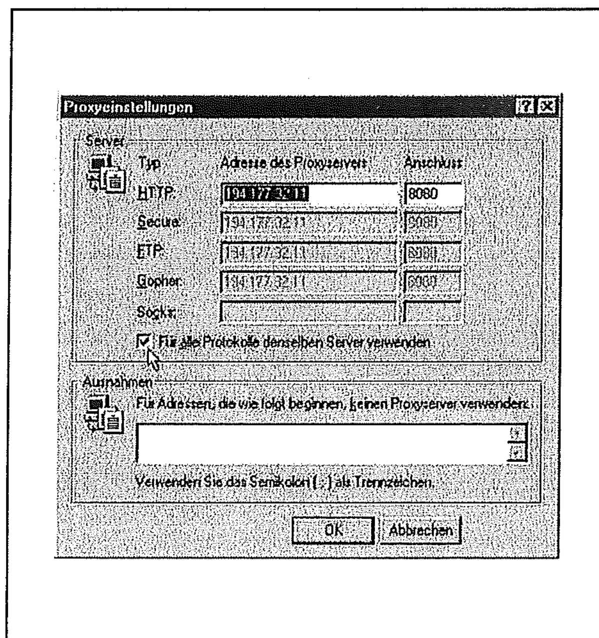
Software instellingen

Vervolgens moet men de "Netwerkinstellingen" van de PC aanpassen. Hoe dat gebeurt hangt natuurlijk af van de software die geleverd wordt, maar uit de figuren 3/20.13-11 en -12 krijgt men een goed idee van wat de bedoeling is.

20.13 Internet per satelliet

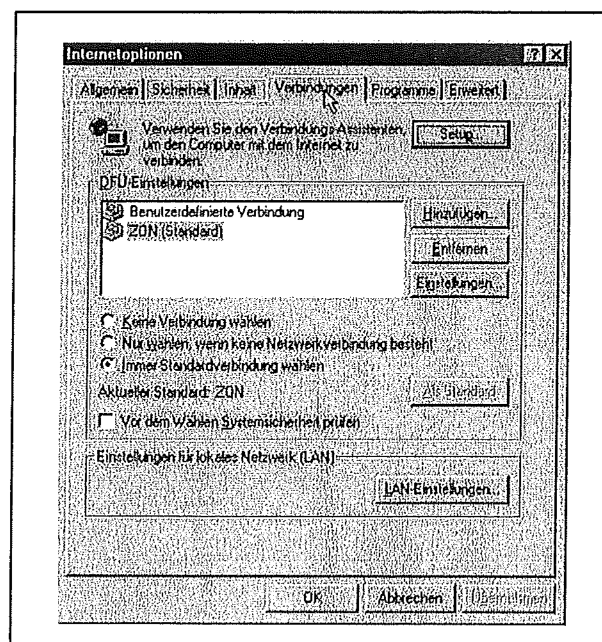


Figuur 3/20.13-11: Natuurlijk moet men de netwerkinstellingen van de PC aanpassen aan de geleverde software.



Figuur 3/20.13-12: Het instellen van de IP-adressen van de proxyserver.

Tot slot moet men in het menu "Internet-opties" van de browser nog wat zaakjes regelen. Per transponder 113, 114 of 115 hoort een aparte proxyserver. Afhankelijk van de gekozen transponder moet men dus ook het proxy-adres veranderen. De proxy's gebruiken allen poort 8080. Stel deze proxy-instellingen in bij de browser en kies poort 8080, zie figuur 3/20.13-13,



Figuur 3/20.13-13: Ook de browser moet natuurlijk weten hoe de gegevens binnenkomen: de "Internet-opties" moeten dus worden aangepast.

20.13 Internet per satelliet

3/20.14

Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

Inleiding

Draadloos internet komt er aan

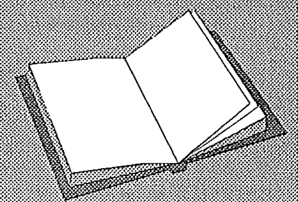
Binnen twee jaar zal ieder zichzelf respecterend bedrijf naast de "normale" internetsite ook minstens een experimentele WAP-site hebben. WAP, afkorting van "Wireless Application Protocol", is de eerste aanzet tot draadloos internet. In eerste instantie werd WAP al voordat het goed en wel geboren was dood verklaard. Immers, UMTS zou in één klap WAP volledig ouderwets en dus overbodig maken. Het wil echter niet erg opschieten met UMTS. Nadat de telecombedrijven miljarden hebben uitgegeven aan het kopen van de zendlicenties zijn de kassa's leeg en is er geen geld om opnieuw miljarden te investeren in de infrastructuur die voor UMTS nodig is.

Het zou dus best wel eens zo kunnen zijn dat WAP van deze impasse gebruik maakt en toch een internationale toegepaste standaard wordt waarmee rekening gehouden moet worden. Hoe dan ook, met WAP worden draagbare telefoons, nu nog minachtend GSM'tjes genoemd, volwaardige draagbare communicatie-apparaten waarmee men niet alleen kan telefoneren en SMS uitwisselen, maar ook een vliegticket boeken of even snel de beursberichten bekijken.

WAP en internet

Wie denkt dat WAP en internet twee zeer verwante uitingen zijn van een en hetzelfde verschijnsel, heeft enerzijds het grootste gelijk van de wereld, maar zit er anderzijds toch behoorlijk naast. Een WAP-site vraagt een heel andere denkwijze dan het opzetten van een internetsite. Denk alleen maar eens aan het grote verschil in beeldschermresolutie tussen de monitor op een bureau en het schermpje van een GSM. Het eerste apparaat haalt gemakkelijk 1.218 bij 1.024 pixels, het tweede hooguit 120 bij 60. Het zal zonder nadere toelichting duidelijk zijn dat volgestouwde HTML-pagina's niet even door een of andere code-convertor kunnen worden gehaald om ze geschikt te maken voor het schermpje van WAP-telefoons. Ook PDA's halen bij lange na niet de hoge resolutie die nodig is om de prachtige GIF- en JPG-plaatjes op een internetsite goed te bekijken.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.9
Hoofdstuk 3/20.13



20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

Hoe ziet WAP er in de praktijk uit?

Een WAP-telefoon van de eerste generatie, zoals die nu te koop zijn, heeft een heel klein schermpje waar maar erg weinig informatie op past.
In figuur 3/20.14-1 is een voorbeeld van zo'n apparaatje gegeven, met de openingspagina van een experimentele WAP-site op het scherm.



Figuur 3/20.14-1: De toekomst van WAP-internet: draadloos op allerlei kleine apparaatjes!

Kortom, wie moet omschakelen van internet naar WAP, of codetechnisch van HTML naar WML, moet zich niet alleen in een nieuwe technologie en programmeertaal verdiepen, maar moet zich ook een nieuwe manier van denken eigen maken. Namelijk: hoe kan men de bedrijfsinformatie verpakken in hapklare brokjes die op het schermpje van een WAP-telefoon of PDA passen?

Wat heeft WAP te bieden?

De potentie van mobiel internet voor personen en bedrijven is enorm en WAP is dé eerste stap om dat waar te maken. Waarom is mobiel internet dan toch nog geen succes? Hiervoor zijn drie belangrijke redenen te noemen: snelheid, kwaliteit en de mobiele telefoons. Iedereen die wel eens met een mobiele telefoon en een laptop gebruik heeft gemaakt van het internet kent de frustratie van de lage snelheid (oftewel bandbreedte) van GSM. Via een GSM-netwerk kan 9,6 kb per seconde verstuurd en ontvangen worden. Vergelijk dit maar eens met de 64 kb van ISDN! Inloggen en e-mail lezen duurt mobiel al snel een kwartier tot een half uur! Bovendien heeft ook de mobiele telefoon zijn reeds genoemde beperkingen.
Om deze drie beperkingen te omzeilen is WAP ontwikkeld. WAP maakt efficiënt gebruik van de beperkte bandbreedte van mobiele netwerken, onderbrekingen in de verbinding worden automatisch hersteld en de presentatie van WAP-diensten is speciaal toegesneden op het kleine scherm en toetsenbord van een mobiele telefoon. De verwachting dat WAP geen hype is maar een blijvertje wordt is dan ook zeer reëel. De eerste maanden na de introductie van WAP ontstond er echter een overspannen verwachting die inderdaad het beste als een hype omschreven kan worden. Iedere site zou een WAP-variant moeten krijgen, GSM's zouden een groot deel van het internetverkeer bij de PC vandaan halen. Een half jaar later was de stemming behoorlijk omgedraaid

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

en was er voornamelijk aandacht voor de nadelen van WAP.
De waarheid ligt uiteraard in het midden. WAP heeft zonder meer toekomst, maar is lang niet voor alle toepassingen geschikt. Het raadplegen van informatie via een GSM-verbinding kost immers een vermogen aan telefoonkosten en ook het gebruiksgemak van toetsenbord en beeldschermpje is alle ontwikkelingen ten spijt verre van optimaal. Voor toepassingen als beurskoersen, routebeschrijvingen naar een bedrijf, fileberichten en het spoorboekje is de WAP-GSM zeer geschikt. Een andere heel handige toepassing is het telefoonboek van de PTT. Ook de Gouden Gids en teletekst via WAP zijn handige toepassingen, kortom allemaal simpele toepassingen gericht op het vinden van korte informatie zonder poeha. Ook het lezen van e-mail is een handige mogelijkheid van een WAP-telefoon. Daarbij mag men e-mail WAP niet verwarren met SMS-berichten. SMS stuurt korte boodschappen naar het geheugen van de GSM die daar opgeslagen worden en off-line kunnen worden gelezen. Met wappen haalt men dezelfde e-mail binnen als op een computer.

Een uitgebreide inleiding tot WAP

Dit hoofdstuk bevat een uitgebreide inleiding tot WAP en alles wat daarmee te maken heeft. Wat heeft men nodig om met WAP aan de slag te kunnen?

- Op de eerste plaats uiteraard wat achtergrondinformatie over de techniek. Wij gaan daar niet te diep op in, want alles wat wij nu schrijven is waarschijnlijk alweer (gedeeltelijk) verouderd op het moment dat dit hoofdstuk in druk verschijnt.
- Op de tweede plaats uiteraard een WAP-telefoon.
- Op de derde plaats een zogenoemde WAP-emulator of WML-browser. Met het eerstgenoemde stukje software kan men WAP-pagina's op het scherm van een PC bekijken alsof ze op het schermpje van een WAP-telefoon staan. Het laatstgenoemde stukje software zet WAP-pagina's in een normaal Windows-venster op het scherm. Men kan via dergelijke browsers ook WAP-pagina's van het net halen.
- Op de vierde plaats heeft men een WBMP-convertor nodig. WAP-pagina's werken namelijk niet met de vertrouwde GIF- of JPG-illustraties, maar met een eigen grafisch formaat dat WBMP werd gedoopt. Met zo'n converter kan men bestaande illustraties verkleinen (echt noodzakelijk!) en omzetten naar het zwart-wit formaat dat de WBMP-standaard op dit moment voorschrijft.
- Op de vijfde en laatste plaats moet men natuurlijk iets weten over de taal waarmee WAP-pagina's worden vormgegeven: WML oftewel "Wireless Markup Language". Een taal die veel gemeen heeft met HTML en dat is nu net het vervelende ervan. "Veel" betekent dus niet "alles" en hoewel vaak dezelfde tags worden gebruikt, zal men bij de allereerste experimenten vaststellen dat WML veel en veel gemener is dan HTML en bij de minste of geringste fout een foutmelding als "Error 045: line 10 column 12" geeft.

De techniek achter WAP

Het ontstaan

De bekende telecomproducent Ericsson startte in 1995 experimenteel met een protocol dat een belangrijke uitbreiding

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

van diensten mogelijk moest maken binnen het bestaande mobiele netwerk. Dit protocol moest de communicatie verzorgen tussen een centrale eenheid die diensten aanbiedt en mobiele telefoons met een uitgebreide set functies. Dit protocol kreeg de naam "Intelligent Terminal Transfer Protocol", afgekort tot ITTP. Even later ontstond er echter concurrentie onder de vorm van "Handheld Device Markup Language" (HDML) en "Handheld Device Transport Protocol" (HDTP). Nokia kwam bovendien met het nu welbekende concept van "Smart Messaging" op de proppen, een datacommunicatie technologie die speciaal bedoeld is voor mobiele telefoons. Deze technologie maakt gebruik van "Short Message Service" (SMS) en "Tagged Text Markup Language" (TTML).
Gelukkig deed zich het merkwaardige en zeldzame verschijnsel voor dat de telecombedrijven die actief bij het ontwikkelen van al deze technologieën betrokken waren, al in een vroeg stadium het gevaar van fragmentatie inzagen. Daarom werden er onderlinge afspraken gemaakt om te komen tot een universeel bruikbaar protocol: WAP. WAP kreeg uiteraard een eigen logo, zie figuur 3/20.14-2, waarmee alle WAP-ondersteunende software en apparatuur wordt voorzien.



Figuur 3/20.14-2: Het officiële WAP-logo.

WAP-Forum
Toen de WAP-beslissing was genomen, besloten de vier initiatiefnemers Ericsson, Nokia, Motorola en Unwired Planet in 1997 om binnen de mobiele telecommunicatie gemeenschap zo snel mogelijk een standaard te creëren voor het leveren van toegevoegde diensten. Daarvoor werd het WAP-forum in het leven geroepen. Dit resulteerde in 1998 in de specificatie WAP 1.0.
Na de presentatie van de eerste WAP-specificatie konden ook andere bedrijven lid worden en bijdragen aan het ontwikkelen van nieuwe technologieën. Inmiddels zijn zo'n 200 bedrijven lid van het WAP-forum, waaronder fabrikanten van terminals en infrastructuursystemen, softwarebedrijven, telefoonmaatschappijen en providers.
Het WAP-forum heeft zich de volgende doelen gesteld:
- Het ontwikkelen van een onafhankelijke draadloze netwerkstandaard.
- Volledige openheid bij het ontwikkelen van nieuwe diensten en technologieën.
- Nieuwe voorstellen worden voorgelegd aan de organen die de naleving van de geldende standaarden controleren.
- Geschikt maken van applicaties voor diverse transportopties, zoals GSM, IS-95, IS-136, PDC.
- Geschikt maken van applicaties voor diverse apparaattypen, zoals mobiele telefoons en Personal Digital Assistants (PDA's).
- Toezicht houden op uitbreiding van nieuwe netwerken en transportopties, zoals 3G-systemen.

Om deze doelen te bereiken heeft het WAP-forum een WAP-specificatie ontwikkeld en uiteraard een eigen internetsite in het leven geroepen, www.wapforum.org.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

Een WAP-sessie

Het "Wireless Application Protocol" of kortweg WAP is een open, wereldwijd ondersteunde standaard die het mogelijk maakt voor gebruikers van mobiele telefoons om eenvoudig internetachtige diensten te gebruiken. Zoals GSM een standaard is voor mobiele telefonie, zo is WAP een standaard voor mobiel internet. Een WAP-dienst, bijvoorbeeld het actuele nieuws, bestaat uit een aantal schermpjes met een combinatie van tekst, plaatjes, invoervelden en keuzelijstjes waar, met behulp van de knoppen van de telefoon, doorheen gebladerd kan worden. In WAP-jargon heet zo'n schermpje een "card" en de hele verzameling schermpjes een "deck". Verder ondersteunt WAP een aantal telefoniegerelateerde diensten, zoals het onderhouden van een telefoonboek en het eenvoudiger bedienen van de telefoon.

WAP lijkt erg op de standaarden die op het "normale" internet gebruikt worden. Zo heet HTML bij WAP WML (Wireless Markup Language), de adressering van WAP-sites heeft hetzelfde formaat als op het internet. Ook kan er in WAP met scripts gewerkt worden, zoals bijvoorbeeld JavaScript.

Bij het oproepen van een WAP-dienst gebeurt er het volgende:

- De WAP user agent (de microbrowser in de WAP-telefoon) vraagt een URL (een WAP-adres) op bij een WAP-gateway/proxy.
- Dit verzoek wordt in binaire vorm (minimale bandbreedte!) via het mobiele netwerk verzonden. De gateway kan bij een mobiele operator staan, maar ook bij een andere partij, zoals een service- of contentprovider.
- Het verzoek voor een URL wordt door de gateway gedecodeerd en als HTTP-verzoek naar de internetserver gestuurd waarop de gevraagde informatie staat.
- De communicatie tussen gateway en server gaat via het internet.
- De server geeft in HTTP antwoord aan de gateway en stuurt de WML-inhoud.
- De gateway vertaalt de WML-informatie in binaire code (bandbreedte!) en stuurt deze over het mobiele netwerk naar de user agent in de mobiele telefoon.
- De user agent toont de opgevraagde informatie aan de gebruiker.

De WAP-protocollen

WAP is in feite een verzameling specificaties om webachtige applicaties te ontwikkelen voor draadloze netwerken. De WAP-protocollen zijn analoog aan veel van de bestaande internetstandaarden (XML, IP en UDP) en geoptimaliseerd voor specifieke kleine, narrowband-apparaten, zoals portable telefoons met gelimiteerde bandbreedte.

WAP-protocollen hebben een open specificatie. Net als bij de specificatie van veel internetprotocollen is het WAP-ontwerp gebaseerd op een gelaagd model, enigszins te vergelijken met de OSI-standaard. Op deze manier worden flexibiliteit en schaalbaarheid gewaarborgd. Als men WAP vergelijkt met de terminologie van OSI, het "Open Systems Interconnection", zou men vijf lagen kunnen terugvinden:

- Application Layer:
  De toepassingslaag, die "Wireless Application Environment" (WAE) wordt genoemd.
- Session Layer:
  De sessielaag, die als "Wireless Session Protocol" (WSP) door het leven gaat.
- Transaction Layer:

De transactielaag wordt nu gevormd door het "Wireless Transaction Protocol" (WTP).

- Security Layer:
  De beveiligingslaag wordt verzorgd door het "Wireless Transport Layer Security"-systeem (WTLS).
- Transport Layer:
  De transportlaag komt voor rekening van het "Wireless Datagram Protocol" (WDP).

Elke laag specificeert hoe er wordt gecommuniceerd met de laag erboven, waardoor een bepaalde laag de lagen eronder als het ware onzichtbaar maakt voor de lagen erboven. Op deze manier kunnen ook andere toepassingen en diensten gebruik maken van de kenmerken van het WAP-lagenmodel. Hierdoor is het voor toepassingen en diensten die (nog) niet gespecificeerd zijn door WAP toch mogelijk gebruik te maken van de mogelijkheden die het gelaagde WAP-model biedt.

Wireless Application Environment
De bovenste laag in het WAP-model, WAE, vormt een ideale omgeving voor toepassingen voor gebruik op mobiele apparatuur.
De WAE bestaat uit:

- Adresseringsmodel:
  Dit is een syntax die geschikt is voor het benoemen van bronnen die zich bevinden op servers. Hierbij worden de internetstandaarden opgevolgd, zodat een WAP-site ook een URL heeft.
- Wireless Markup Language (WML):
  Een eenvoudige pagina opmaaktaal, qua toepassing en functionaliteit vergelijkbaar met HTML, en ontworpen om te kunnen functioneren binnen de beperkingen van een draadloze omgeving met een kleine bandbreedte en kleine mobiele apparaten.
- WML Script:
  Een eenvoudige scripttaal die wat betreft capaciteiten vergelijkbaar is met JavaScript en VB Script.
- Wireless Telephony Application (WTA, WTAI):
  Een programmeermodel voor telefonische diensten.

Wireless Identify Module, WIM
Deze module wordt beschreven in een voorstel van het WAP-forum. WIM zal, zodra het in de nieuwe WAP-specificaties (WAP 1.2) wordt opgenomen, zorgen voor een volledige end-to-end beveiliging. Het wordt in een SIM-kaart geïmplementeerd als één van de applicaties op de kaart en zal dus geen problemen veroorzaken met de andere applicaties. Ze kunnen tegelijk en naast elkaar werken door gebruik van verschillende kanalen. WIM zorgt voor de volgende zaken: RSA Signing, Private Key Decryption en het opslaan van certificaten van de gebruiker of van servers en applicaties.

WAP-adressering
WAP gebruikt hetzelfde adresseringsmodel dat bekend is van het internet: de "Uniform Resource Locator" oftewel URL. Een URL is een unieke beschrijving van een informatiebron, bijvoorbeeld een WML-document dat ergens op de wereld op een server staat. Een typische URL voor een WAP-site is "http://mmm.bruna.nl" of "http://mmm.wappagina.nl". De bekende www wordt dus vervangen door mmm.
Behalve van URL's maakt WAP ook gebruik van zogenoemde "Uniform Resource Identifiers" (URI's). Een URI wordt gebruikt voor het adresseren van bronnen die niet benaderd kunnen worden met de traditionele protocollen. Een voorbeeld

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

van een URI is de lokale toegang tot de telefonische diensten van een draadloos apparaat.

WAP-browsers

Een ander belangrijk onderdeel uit het WAP-concept is de WAP-browser, in WAP-jargon ook wel "microbrowser" genoemd. Zoals er van Internet Explorer en Netscape Navigator diverse versies en uitvoeringen zijn, zijn er exemplaren van verschillende leveranciers van browsers en telefoons. Al deze verschillen zorgen ervoor dat een dienst op de ene telefoon veel effectiever werkt dan op een concurrerende telefoon. Het zal dus ooit van belang worden de WML-code aan te passen aan de verschillende telefoons. Niet iedere telefoon zal alle onderdelen van WAP ondersteunen en elke telefoon geeft de informatie op zijn eigen manier weer op het telkens weer verschillende schermpje.

WAP-dragers

De draagbare telefoon moet uiteraard op de een of andere manier communiceren met het netwerk. Dat kan gebeuren via:
- "Short Message Service" (SMS);
- "Circuit Data Control" (CSD);
- "General Packet Radio Service" (GPRS).

SMS

SMS is packet-georiënteerd, berichten worden in pakketjes verstuurd en de gebruiker hoeft geen verbinding op te zetten. Het SMS-bericht met de gevraagde gegevens kan echter, door het store- en forward-principe van SMS en als het druk is op het GSM-netwerk, wel even op zich laten wachten. Het nadeel van SMS is ook de gelimiteerde bandbreedte: per SMS-bericht kunnen slechts 160 lettertekens worden verstuurd. Voordeel van het gebruik van SMS is dat een gesprek en het sturen en ontvangen van berichten tegelijkertijd kan plaats vinden. SMS maakt namelijk gebruik van het signaleringskanaal van het GSM-netwerk.

CSD

CSD is circuit-georiënteerd, er wordt via een apart datakanaal door de gebruiker een verbinding opgezet, wat overigens wel even kan duren. Bijkomend nadeel is dat men niet tegelijkertijd een gesprek kan voeren en een WAP-sessie opzetten, data én spraak gaan namelijk over hetzelfde kanaal. De snelheid is hier wederom niet hoog: slechts 9,6 kbps maximaal.

GPRS

GPRS is als GSM-dragerdienst geknipt voor WAP. Het is packet-gebaseerd en heeft totaal geen vertraging. De gebruiker hoeft geen verbinding op te zetten en ook de snelheid is, in theorie, vrij groot, namelijk 177,2 kbps. Deze theoretische waarde zal nooit gehaald worden, want het zou betekenen dat de operator zijn klant alle acht beschikbare tijdsloten laat gebruiken. Een operator gaat waarschijnlijk één tot drie tijdsloten aanbieden in verschillende abonnementsvormen. Dat komt neer op zo'n 35 kbps netto bandbreedte. Men kan tegelijkertijd een gesprek voeren en gebruik maken van de datadiensten van GPRS. Het systeem maakt optimaal gebruik van de beschikbare bandbreedte in het netwerk, hoe groot of klein die ook is. Alle gaten worden gevuld; tijdens een gesprek kunnen er zelfs in de stiltes pakketjes data worden verstuurd. De operator maakt op deze manier optimaal gebruik van zijn netwerkcapaciteit. WAP en GPRS lijken voor elkaar gemaakt. Er is echter een klein probleempje: geen van de hui-

dige generatie WAP-handsets ondersteunt GPRS!

De voordelen van GPRS

De belangrijkste eigenschappen van GPRS op een rijtje:

- Snelheid:
  De theoretisch maximaal haalbare data-overdracht met GPRS is 177,2 kbps, GPRS maakt namelijk gebruik van maximaal 8 timeslots van elk maximaal 21,4 kbit/s. Die snelheid zal echter waarschijnlijk nooit gehaald worden, bijvoorbeeld door de beperkingen door de telefoontechnologie. De eerste lichting GPRS-telefoons zal uitgerust worden met maximaal 4 timeslots voor de Down Link. In de praktijk zullen snelheden van 18 tot 50 kbps reëel zijn.
- Efficiënter gebruik van beschikbare bandbreedte:
  GPRS ondersteunt IP- en X.25-protocollen.
- Coding Schemes:
  CS staat voor Coding Scheme, de manier waarop de binnenkomende info gecodeerd wordt. CS1 komt ongeveer overeen met de standaard GSM-kwaliteit van 9,05 kbps. CS2 haalt 13,4 kbps en CS3 15,6 kbps. CS4 levert de snelste verbinding: 21,4 kbps maar dan alleen als er vlak in de buurt een mast staat en er weinig andere gebruikers zijn op dat moment.
- Classes:
  De classes bepalen welke activiteit mogelijk is. Class A levert spraak en data tegelijk, class B spraak en data, maar niet tegelijk en class C alleen data.
- UL en DL:
  UL staat voor Up Link en geeft aan hoeveel tijdsloten er gereserveerd zijn voor verkeer van de telefoon naar het netwerk. DL staat voor Down Link en geeft aan hoeveel tijdsloten er gereserveerd zijn voor verkeer van het netwerk naar de telefoon.

WAP en UMTS

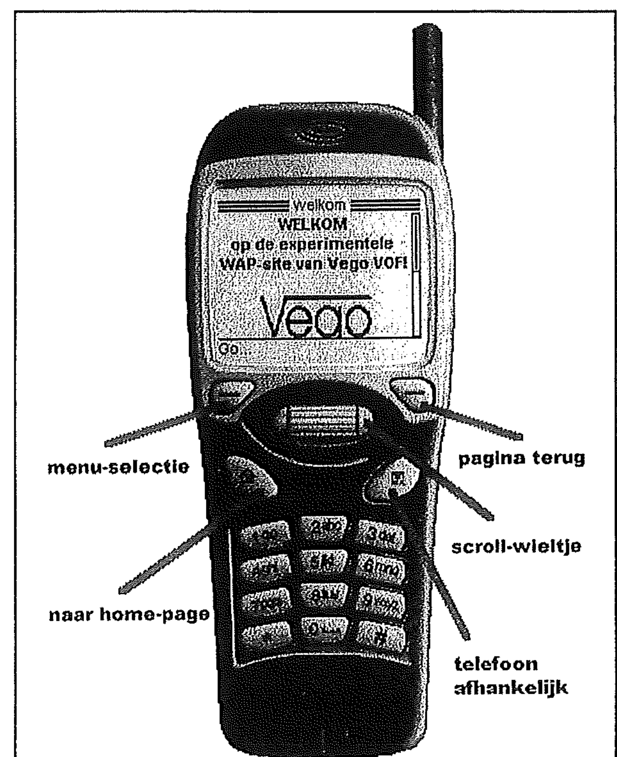
UMTS, afkorting voor van "Universal Mobile Telecommunications System", is goed voor vette krantenkoppen. De door de overheden verkochte licenties brengen miljarden in de diverse schatkisten. Telecombedrijven hebben er blijkbaar alles voor over om deze machtigingen in hun zak te krijgen. Dit is natuurlijk niet vreemd. WAP met de huidige beperkte GSM-bandbreedte is nog veel en veel trager dan de klassieke modemverbinding met het internet. Door gebruik te maken van de UMTS-frequentiegebieden zou dit alles heel anders worden! UTMS wordt ook wel eens de derde generatie draadloze telefonie genoemd en vandaar de afkorting G3. Een andere term die hiervoor genoemd wordt en die meer door de internationale telecommunicatie-unie gebruikt wordt is IMT-2000. Technologieën die onder deze standaarden horen zijn W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) en W-TDMA (Wideband Time Division Multiple Access).
Theoretisch kunnen met UMTS snelheden gehaald worden tot 2 Mb per seconde. Dat is honderden keren sneller dan het huidige GSM-netwerk! Er zullen daarmee nieuwe toepassingen komen, die gebaseerd zullen zijn op streaming audio en video in kleur en in stereo. Om een goedwerkend UMTS-netwerk te realiseren, moeten er echter bijna drie keer zoveel masten komen dan er nu al zijn.
Bovendien is het de vraag of er straks nog over dé UMTS-telefoon kan worden gesproken. Naast de traditionele telefoon met klein scherm die in de binnenzak

past, zullen tal van andere apparaten verschijnen die via UMTS met de rest van de wereld communiceren. Voorbeelden zijn insteekkaarten voor een laptop, personal digital assistants (PDA's) met eigen communicatiemogelijkheid of in combinatie met een telefoon of andere zend/ontvanger, UMTS-communicatieapparatuur ingebouwd in de auto of zelfs verwerkt in kleding zoals er de laatste tijd reeds enige voorbeelden te zien waren.
Een extra service van UTMS biedt de mogelijkheid om de locatie van de mobiele surfer te bepalen. Op zoek naar een Indisch restaurant? De mobiele telefoon geeft de weg aan en bij bestelling van de dagschotel krijgt men op vertoon van de code die op de telefoon geladen wordt een kopje koffie gratis!

WAP-telefoons

Waar zijn de telefoons?

De beschikbaarheid van WAP-toestellen bepaalt in feite hoe het tijdpad van de groei van WAP en de diensten eruit gaat zien. Als de nieuwe toestellen snel zowel WAP als GPRS ondersteunen zal de totale WAP-implementatie versneld worden. Het blijkt echter dat de WAP- en GPRS-ondersteunende toestellen nog steeds niet in grote aantallen beschikbaar zijn. Er komen nu gelukkig steeds meer GSM's met WAP-browser in Nederland beschikbaar: Ericsson R320S, Motorola-L7089 Timeport, Nokia 7110, Ericsson R380, Siemens S25 en de Alcatel One Touch Pocket en One Touch View.
Drie bedrijven leveren op dit moment een WAP-browser: Ericsson, Nokia en Phone.com. De browsers van Ericsson en Nokia zijn alleen te vinden in de eigen toestellen. Die van Phone.com komt in allerlei andere types en merken voor, zoals in de Motorola L7089 (Timeport). Andere bedrijven die een licentie genomen hebben van Phone.com dan wel erover in bespreking zijn, zijn Alcatel, Neopoint, Sagem, Samsung, Siemens, Mitsubishi (Trium), Qualcomm, Hitachi, LGIC, Panasonic en Sony.



Figuur 3/20.14-3: Een WAP-telefoon heeft een paar extra knopjes die toelaten door de WAP-wereld te surfen.

Hoe werkt een WAP-telefoon?

Bijna alle WAP-telefoons lijken als twee druppels water op elkaar en ook de bediening is tamelijk gestandaardiseerd. Na het moeizame intoetsen van de URL van een WAP-site komt de homepage in beeld.
Met de vier extra knopjes en een scrollwieltje dat in te drukken is om een link te

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

activeren komt men een heel eind, zie figuur 3/20.14-3.

Overzicht
Om enig idee te krijgen van het snelgroeiende aanbod worden wat apparaten even in het kort besproken.

Ericsson R520 en T36
De Ericsson R520 en T36 zijn beide uitgerust met een Bluetooth-chip voor draadloze communicatie over korte afstand, bijvoorbeeld met een headset. Beide typen zijn geschikt voor GSM 900, 1800 en 1900 en voor High Speed-data. De R520 kan ook met GPRS gebruikt worden.

Ericsson T20
Gelijktijdig in London, Stockholm, Helsinki en Moskou werd de nieuwe Ericssontelefoon voor jongeren en andere trendsetters aan de wereld gepresenteerd. De T20 is onder meer uitgerust met chatfunctie en Swatch-internettijd.

Ericsson R320s
De eerste business phone van Ericsson met WAP die op de markt komt. Slank en plat met superdunne 3 V batterij. Verder uitgerust met modem, infraroodpoort, voice-memo en de mogelijkheid tot het instellen van persoonlijke voorkeuren.

Ericsson A2618
Deze telefoon kan naar eigen voorkeur voorzien worden van "snap-on-covers", kleurige frontjes die op de telefoon geklikt kunnen worden. WAP werkt op de A2618 in combinatie met SMS.

Ericsson R380
Voor het eerst gepresenteerd op Cebit begin 1999, ziet er op het eerste gezicht uit als een gewone telefoon, maar als men het apparaat openklapt, ziet men dat het touch screen met backlight over de hele lengte van de telefoon loopt. Gebaseerd op EPOC biedt de R380 alle basis-organizer functies. Uitgerust met voice-memo, modem en infraroodpoort.

Siemens S35i
Met de S35i voor de zakenmens en de C35i voor privé-gebruik heeft Siemens twee WAP-telefoons in productie. De S35i heeft zowel een WAP-browser als een ingebouwd modem met infraroodvenster voor gebruik met laptop of PDA. Opmerkelijke functies zijn de kalender, een e-business card en het omrekenen van valuta.

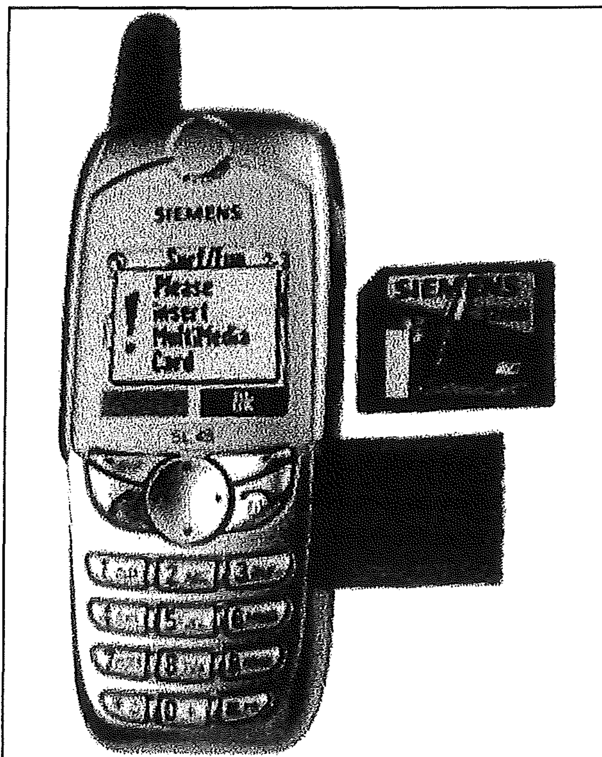
Siemens C35i
De C35i voor de consumentenmarkt moet volgens Siemens alle verkooprecords van het bedrijf gaan breken. Het moet een betaalbaar product zijn voor jongeren tussen 16 en 30 jaar. Een grappig snufje is "calling faces" waarbij men kleine portretjes bij namen in het telefoonboek kan opslaan. Als de persoon dan belt, verschijnt zijn of haar portret op het display.

Siemens M35i
Net als de Nokia 6250 en de Motorola V.2288 is de Siemens M35i een telefoon voor het wat ruigere gebruik. Bestand tegen water, schokken en vuil prijst Siemens deze telefoon aan voor plaatsen waar "the action is radical".

Siemens SL45
Dat media, telecom en IT steeds meer samenkomen wordt mooi geïllustreerd door de SL45 Smartphone. De SL45 is niet alleen uitgerust met een WAP-browser, maar heeft ook een ingebouwde MP3-speler, een organizer die synchroniseert

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

met MS Outlook en een dictafoon. Een primeur is de Multimedia Card, een geheugenkaartje waarop 32 MB (uit te breiden tot 128 MB) aan berichten, telefoonnummers, SMS-berichten en voicememo's bewaard kunnen worden. Tevens kunnen MS Word, Excel en Powerpoint files op de kaart opgeslagen worden. Bij de telefoon wordt een plug-in geleverd voor MS Internet Explorer.



Figuur 3/20.14-4: Een WAP-telefoon van de nieuwe generatie biedt veel meer dan telefoneren en wappen: als voorbeeld de SL45 van Siemens.

Alcatel One Touch 300, 500 en 700
De One Touch 300 is bedoeld voor de consumentenmarkt, de One Touch 500 met Bluetooth voor de meer eisende gebruiker en het paradepaardje is de One Touch 700 met Bluetooth en GPRS.

Alcatel One Touch Pocket
Naast een WAP-browser is de One Touch Pocket uitgerust met SIM-toolkit, een groot grafisch display, een speciale knop om bookmarks vast te leggen en direct terug te springen naar de homepage. Drie telefoonboeken met verschillende sorteermogelijkheden zijn oproepbaar.

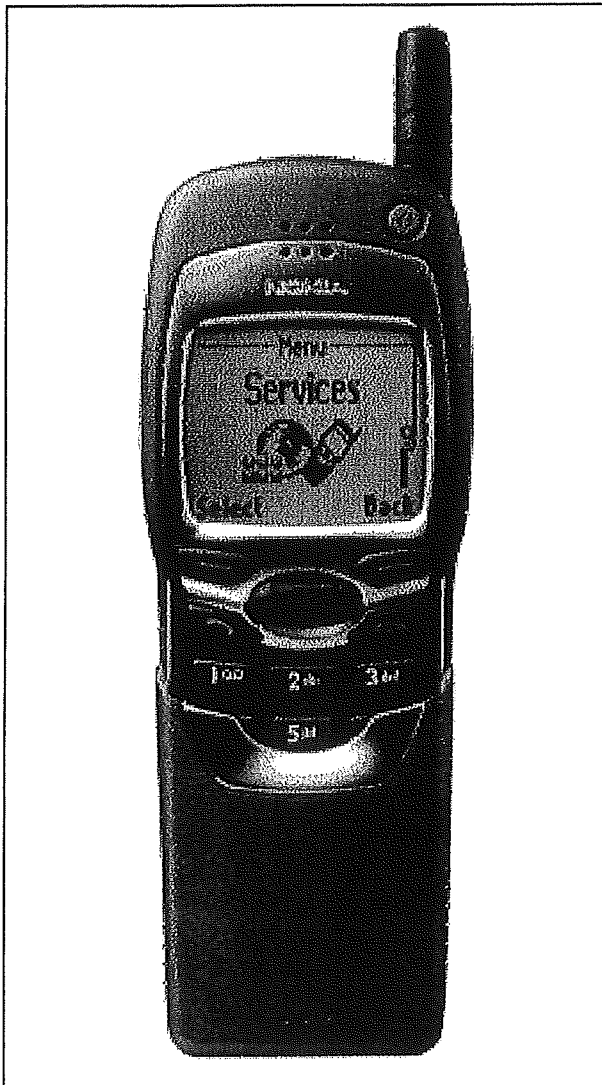
Handspring Visorphone
De VisorPhone is een soort Palm Pilot waar een GSM-module aan te bevestigen is. Door bijvoorbeeld een WAP-browser in deze PDA te laden kan met deze combinatie prima gewapt worden.

Philips
Tot nu toe is Philips niet echt succesvol geweest in de markt voor mobiele telefoons.
Wellicht dat de nieuwe WAPphones van het bedrijf hier verandering in kunnen brengen. De Xenium 9@9, de Ozeo 8@8 en de Az@alis 238 ogen als goed doordachte WAP-telefoons met veel functionaliteit en een gebruikersvriendelijk carrousel menusysteem.

Nokia 9210
De opvolger van de 9110 met kleurenscherm, Java-ondersteuning, een EPOC-besturingssysteem en natuurlijk een WAP-browser met groot scherm. De 9210 is uitgerust met de laatste snufjes op het gebied van mobiel internet.

Nokia 7110
Begin november 1999 heeft Nederland kennis kunnen maken met de eerste op het Wireless Application Protocol gebaseerde mobiele dienst, M-info van KPN Telecom. Met een groots opgezette reclamecampagne werd het publiek getracteerd op een blik in de toekomst.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol



Figuur 3/20.14-5: Beroemd en berucht: de Nokia 7110 was lange tijd de enige WAP-telefoon op de Nederlandse markt, echter nauwelijks te krijgen en met software-bugs.

Helaas bleek de telefoon waarmee werd geadverteerd, de Nokia 7110, nog vrijwel nergens verkrijgbaar. De weinigen die wel een exemplaar hadden weten te bemachtigen werden geconfronteerd met een veelal vastlopende WAP-browser, die daardoor meteen de hele handset blokkeerde.

Opmerkelijke features voor die tijd waren de navigatieroller (snel door menu's heen browsen), predictive text input en een ingebouwde kalender. Inmiddels is de beschikbaarheid van de Nokia 7110 beter geworden in Nederland en is het zeker lange tijd de enige WAP-telefoon geweest die op de markt beschikbaar was.

De belangrijkste kenmerken:
- dual band GSM 900 en 1800;
- gewicht van 141 gram (incl. standaardbatterij);
- afmetingen: 125 x 53 x 24 mm^3;
- 35 verschillende ring-tones;
- hoge resolutie grafische display met 96 bij 65 pixels;
- kalenderfunctie met memolijst;
- predictive text input: de telefoon voorspelt op basis van de eerste ingetypte karakters welk woord bedoeld wordt;
- "Navi-roller": met het wieltje dat boven het toetsenbord van de 7110 zit kan men snel door menu's gaan en met een druk op de roller het gewenste item selecteren;
- de 7110 is voorzien van vier spelletjes: een nieuwe versie van het spel "Snake", een soort packman op GSM; bij "Rotation" moet de speler nummers in de juiste volgorde zetten; "Racket" is een mobiele versie van het illustere PC-spel "Pong" en bij "Opposite" gaat het om een soort bordspel.

Nokia 6210

De zakelijke WAP-telefoon als vervolg op de 6100 van Nokia. De 6210 is uitgerust met een aantal handige functies om informatie en tijd te managen. Opmerkelijk bij de 6210 is dat deze telefoon behalve voor GSM 900 en 1800 ook geschikt is voor zogenaamd "HSCSD", High Speed Circuit Switched Data, een techniek waarbij door beter gebruik van het netwerk en

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

compressietechnieken een snelheid van maximaal 43,2 kbps te halen is.

Nokia 6250
Een typisch voorbeeld van een zogenoemde "rugged telephone". Als men vaak op telefoononvriendelijke plaatsen of onder moeilijke omstandigheden moet bellen is dit hét van hét. Deze apparaten zijn erop gebouwd tegen een stootje of een plens water te kunnen. De gebruikers zijn buitensporters en mensen die buiten werken, bijvoorbeeld op een bouwplaats.

Motorola V.2288
De V.2288 wordt, als het aan de fabrikant ligt, de ultieme phone.
Termen als "PhoneWarps" en "UltraWeb" positioneren deze WAP-telefoon als een must voor modebewuste jongeren. Het meest in het oog springt de ingebouwde FM-radio. Omdat de V.2288 een buitenkant heeft van rubber is het apparaat prima geschikt voor het wat ruigere gebruik.

Motorola Timeport P7389
De P7389 wordt gepresenteerd als telefoon voor de reizende zakenman met als belangrijkste gebruik het lezen van e-mail en het opvragen van informatie over bijvoorbeeld het weer of de actuele verkeerssituatie.
Belangrijke eigenschap van de P7389 is dat deze in drie verschillende typen GSM-netwerken kan functioneren, namelijk GSM 900, 1800 en 1900.

Motorola Accompli 009
De Accompli 009 wordt door Motorola aangeprezen als de eerste GPRS-phone met kleurenscherm en spraakmogelijkheden. De Accompli ziet eruit als een kruising tussen een PDA met toetsenbord en een smartphone met antenne.

Motorola Talkabout T2288
Op de Cebit 2000 heeft Motorola flink uitgepakt met drie nieuwe types WAP-telefoons. De Talkabout T2288 is bedoeld voor de consumentenmarkt en Motorola legt sterk de nadruk op het betaalbare gemak dat WAP en de T2288 bieden in deze hectische tijden.

Samsung SGH-100A
Het ontwerp van de Samsung A110 WAP-phone doet denken aan die van de vroegere Motorola-telefoons: dubbel klapbaar met aan één kant het scherm en aan de andere kant de toetsen.

Sony CMD-Z5
Met de Z5 zet Sony een zeer veelzijdige telefoon in de markt die qua functionaliteit zeker mee kan doen met de andere topmerken. Wie denkt dat de "navi-roller" op de Nokia 7110 een doorbraak is, vergeet dat Sony al ver daarvoor de "jog-dial" op zijn toestellen had. Dit handige navigatiewieltje is op de Z5 verder ontwikkeld en uitgebreid. Verder is de Z5 klein (zo groot als een creditcard) en slechts 82 gram zwaar, een van de lichtste WAP-telefoons in de markt.

Bosch 820 EN 1886
Bosch heeft in 2001 twee WAP-telefoons op de markt gebracht, de 1886 en de 820. Opvallend aan deze toestellen is dat ze geschikt zijn voor "High Speed Circuit Switched Data" (HSCSD).

Sagem MW939
Sagem is in 2000 erg succesvol geweest in het marktsegment van goedkope toestellen. Dat hun ambitie verder gaat blijkt wel uit de activiteiten die ze momenteel ontwikkelen op de gebieden GPRS-telefoons, WAP en smartphones.

De MW939 is een mooi voorbeeld van deze nieuwe generatie!

Sagem WA3050

Net als de Visor-phone van Palmspring, de Ericsson-communicator en de GPRS-smartphone van Psion is ook de Sagem WA3050 een combinatie van PDA en telefoon. De WA3050 is geschikt voor GSM en de GPRS mobiele datanetwerken die vanaf begin 2001 in gebruik zijn genomen. Voor de ontwikkeling van de WA3050 is Sagem een samenwerking aangegaan met Microsoft. Als besturingssysteem gebruikt deze smartphone dan ook Microsoft Pocket PC. De WA3050 is behalve voor GSM ook geschikt voor GPRS.

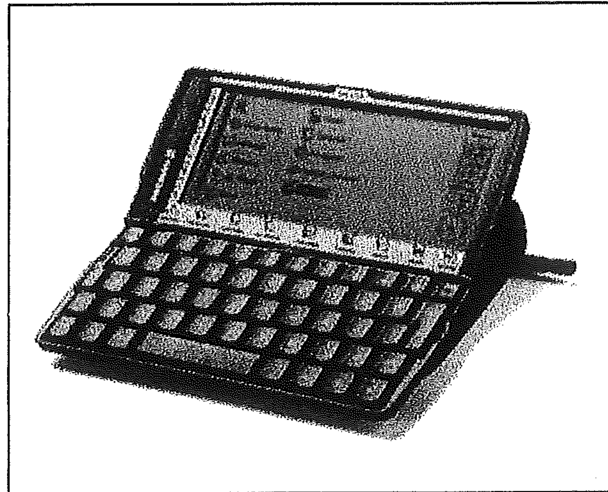
De eigenschappen van de WA3050 kort samengevat:

- dual band GSM/GPRS-telefoon, geschikt voor GSM 900- en 1800-netwerken;
- downloaden van persoonlijke ringtones van het net;
- mobiel internet met Microsoft Pocket Internet Explorer;
- pocketversies van Outlook, Word en Excel;
- MP3-functie via de bekende Windows Media Player;
- elektronische boeken lezen.

WAP-organizers

Naast de telefoons waar een WAP microbrowser ingebouwd is, kan men ook PDA's kopen die geen zend- en ontvangstmogelijkheid hebben maar wel een WAP-browser bezitten.

In combinatie met een mobiele telefoon (bijvoorbeeld met modem en infraroodpoort) kan men dan evengoed wappen. Een typisch voorbeeld van deze categorie is de Ericsson MC218, zie figuur 3/20.14-6.



Figuur 3/20.14-6: Een voorbeeld van de betere WAP-mobiles: de Ericsson MC218, een PDA met docking-mogelijkheid voor een WAP-phone.

WAP-emulators en -browsers

Gemakkelijker dan een WAP-telefoon

Wie aan de slag gaat met het ontwerpen van een experimentele WAP-site zal dat zonder twijfel op de PC doen. Het is dan erg onhandig om iedere wijziging eerst op de internetserver te zetten en nadien met een WAP-telefoon de pagina op te roepen.

Gelukkig heeft men daar oplossingen voor gevonden:

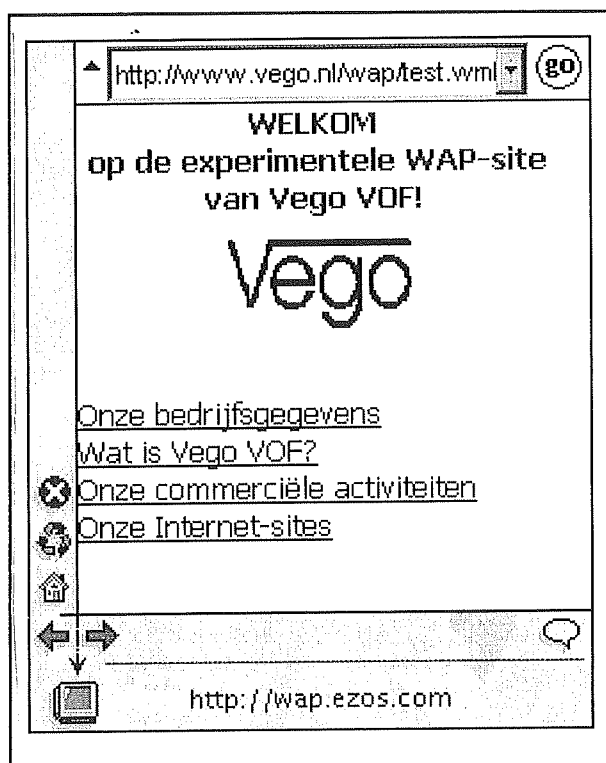
- WAP-emulatoren;
- WAP-browsers.

Een WAP-emulator zet een WAP-telefoon op het beeldscherm, waarna men een WML-bestand van de harde schijf kan laden. Dit verschijnt dan op het schermpje van de geëmuleerde telefoon.

Een Windows WAP-browser is een met NetScape of Internet Explorer vergelijk-

(wordt vervolgd)

baar programma waarmee men WAP-pagina's zichtbaar kan maken. Binnenkort zullen er ongetwijfeld ook wel plug-in's op de markt komen waarmee zowel Internet Explorer als Netscape Navigator rechtstreeks WAP-pagina's kunnen inlezen. Uiteraard kan men zowel met de emulatoren als met de browsers WAP-pagina's van het internet afhalen.



Figuur 3/20.14-7: EZWAP is een qua omvang kleine WAP-browser die werkt onder Windows, maar wel alle noodzakelijke functionaliteit te bieden heeft.

Grote keuze

Er zijn inmiddels minstens tien van dergelijke programma's in het free- en sharewarecircuit te ontdekken. Om de keuze wat eenvoudiger te maken bespreken wij in het kort de specificaties van een paar van dergelijke handige utilities.

Voor het downloaden kan men bij verschillende sites terecht, maar op www.wap-shareware.com staan de meeste besproken programma's overzichtelijk ingedeeld. Aanbevolen!

EZWAP

EzWAP was er al voor PDA's met het besturingssysteem Windows CE. De nieuwe versie van deze WAP-browser van het bedrijf Ezos is nu ook beschikbaar voor Windows 95, 98, 2000 en NT. Het uiterlijk van de browser kan aangepast worden met zogenaamde "skins" en het programma is op alle PDA's met deze besturingssystemen bruikbaar. De prijs van EzWAP bedraagt US$ 25.00, maar men kan voor een beperkte periode een trial-versie uitproberen.

Na uitgebreide tests van de diverse besproken programma's is het opgevallen dat EZWAP de enige emulator is die alle WML-tags goed interpreteert!

Klondike WML browser

Het bedrijf Apache Software biedt een recht-toe-recht-aan WAP-browser aan onder de welluidende naam "Klondike". Het bestand meet maar 1,4 MB!

Wapman

WapMan is een WAP-browser die voor zowel Windows 98/NT als PalmOS wordt geleverd. De browser ondersteunt de WAP 1.1-standaard en kan zowel push- als pull-diensten aan. Ook is het mogelijk de source-code van de WAP-pagina te bekijken. Om de browser nog wat op te vrolijken zijn er zogenaamde "skins" beschikbaar waarmee men WapMan een ander uiterlijk kan geven. WapMan is niet gratis, maar het slechts 380 kB grote programma kan wel voor een proefperiode van 30 dagen worden gebruikt.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol



Figuur 3/20.14-8: WinWap is volledig gemodelleerd naar het uiterlijk van de Internet Explorer en is ook zo te bedienen.

WinWAP

WinWap is een WAP-browser die werkt onder Windows 95, 98 en NT. Het programma werkt net als een normale internetbrowser en ziet er ook min of meer hetzelfde uit. Winwap is 2,6 MB groot. Wie gewend is te werken met de Internet Explorer zal zich onmiddellijk in dit programma thuis voelen!

M3Gate

Of de hele mooie telefoon die bij de browser van M3gate gebruikt wordt het volgende model van Nokia is, vertelt de firma er niet bij, maar een groot scherm heeft deze utility in ieder geval wel! De browser, waarvan het uiterlijk overigens kan worden gewijzigd, kan gratis gedownload worden op de website van M3gate. Het programma ondersteunt WML en WMLScript. De browser is te gebruiken als add-on bij bestaande internetbrowsers en wordt gestart indien een WAP-pagina opgeroepen wordt.

Deck It

Deze WAP-browser van PyWeb.com is (mede) gericht op de WAP-surfer die wil weten wat er achter de schermpjes te zien is. Tijdens het surfen kan in een apart scherm de WML-code bekeken worden. De browser is te downloaden als ZIP-file en eenvoudig te installeren. Met de browser wordt ook een eenvoudige editor voor WAP-illustraties in WBMP-formaat geleverd.

Opera 4.0 WML-HTML browser

Browserproducent Opera Software uit Noorwegen komt in versie 4.0 met een

browser die zowel WAP-pagina's (WML) als normale webpagina's (HTML) kan laten zien. Volgens het persbericht strookt dit product met de visie van Opera om het internet open en toegankelijk te maken voor iedereen. De browser is 1,7 MB groot en kan voor 30 dagen op proef worden gedownload.

Gelon
Gelon is een Noorse on-line browser (geen download dus) die op veel sites over WAP gebruikt wordt. Er is keuze uit twee telefoons: de Nokia 7110 en de Ericsson R380. Gelon combineert deze on-line browser met een uitgebreide directory van WAP-links.

YourWAP
Het mooie van YourWAP is dat deze browser een WAP- (WML) en internet- (HTML) browser in één is. Op het linker scherm kunnen WAP-diensten bekeken worden, terwijl op het rechter scherm op het internet gesurft kan worden. Ook is een aantal YourWAP-diensten zoals e-mail in deze browser geïntegreerd. Als WAP-toestel kan gekozen worden tussen een Nokia 7110 en een Ericsson R320. De browser is 2,8 MB groot.

Wapsilon
Wapsilon is een on-line browser van het Nederlandse WAP-bedrijf Kronkel (onder meer bekend van de WAP-website wappy.to). Het scherm ziet eruit als een future phone maar er is ook een skin voor een Nokia 7110 beschikbaar. Wapsilon is ook verkrijgbaar als plug-in voor de Internet Explorer.

Virtual WAPJag
Virtual WAPJag is een on-line browser die aangeboden wordt door WAPJag. Doordat WAPJag de browser heeft geïntegreerd met de zoekmachine kan men de gevonden WAP-site direct op de PC bekijken. Het is ook mogelijk zelf WAP-adressen in te voeren en te bekijken.



Figuur 3/20.14-9: Virtual WAPJag is, de naam zegt het reeds, een voorbeeld van een on-line WAP-browser. Men kan die niet op de PC installeren, maar krijgt het schermpje alleen ter beschikking op bepaalde internetsites.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

Grafiek op WAP

Van 800 x 600 naar 96 x 65

Op internetsites is het de goede (?) gewoonte steeds fraaiere afbeeldingen in de pagina's op te nemen. En dat niet alleen, pagina's met een twintigtal illustraties zijn tegenwoordig geen uitzondering. Of dat zo verstandig is, is maar de vraag. De kans is immers groot dat potentiële klanten in slaap gevallen zijn alvorens zo'n pagina volledig geladen is. Bij WAP kan dat natuurlijk al helemaal niet! Een beeldschermpje van een standaard WAP-telefoon van de eerste generatie heeft een resolutie van 96 bij 65 pixels oftewel beeldschermpunten. Bovendien is zo'n LCD-schermpje monochroom.

De allergrootste creatieve uitdaging bij het maken van WAP-pagina's is, naast het reduceren van tekst tot het merg, het maken van leuke illustraties die slechts 90 bij 50 pixels groot zijn. En bovendien: in zwart-wit!

WBMP

Het WAP-forum heeft een nieuw grafisch formaat gedefinieerd dat als WBMP door het leven gaat, afkorting van "Wireless BitMap Plane". WAP-browsers kunnen alleen dit formaat inlezen, de vertrouwde GIF- en JPG-formaten zijn onbruikbaar.

Op dit moment wordt WBMP Type 1 ondersteund. De specificaties van dit formaat zijn:

- compacte binaire codering van de gegevens, echter zonder compressie;
- volledig schaalbaar naar ieder gewenst formaat;
- voorbereid op uitbreiding, bijvoorbeeld naar kleur;
- één bit diepte, "1" geeft een wit pixeltje, "0" is een zwart pixeltje;
- data zijn logisch opgeslagen in pixelrijen, de eerste byte gegevens komen overeen met de pixels in de bovenste rij van de illustratie;
- als het aantal pixels in een rij niet deelbaar is door acht, worden de laatste bits van het laatste byte van de rij voorgesteld door "0";
- data-bits zijn gecodeerd in Big-Endian formaat, dus het meest belangrijke bit staat eerst in het byte;
- WBMP-bestanden MOETEN worden opgeslagen met de extensie .WBMP. Let op! Er worden dus vier letters voor de extensie gebruikt!

WBMP-convertors

Op dit moment zal men in de bekende grafische programma's tevergeefs zoeken naar WBMP-ondersteuning. Om GIF'jes en JPG'tjes om te zetten naar WBMP moet men dus een beroep doen op speciale programma's. Ook die zijn in het free- en sharewarecircuit te vinden en wij laten u kennismaken met de twee bekendste programma's.

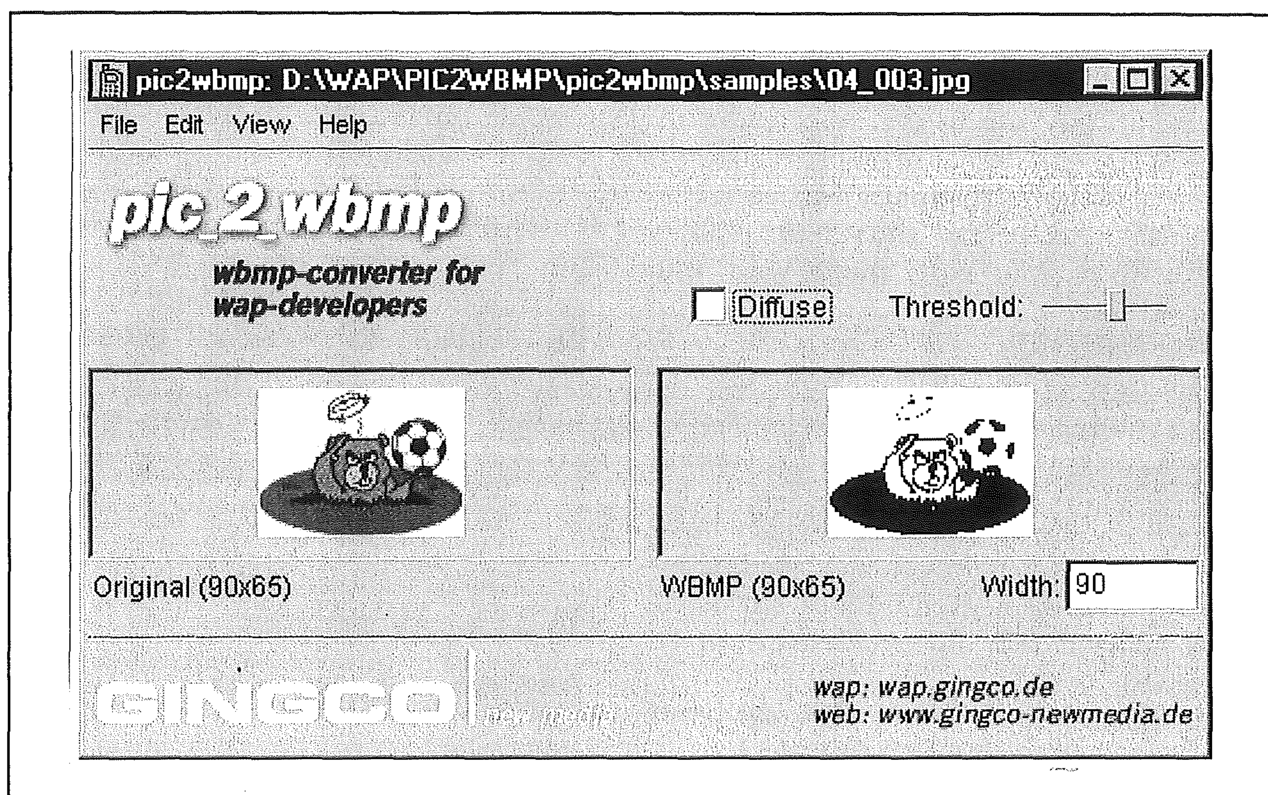
PIC2WBMP

Door het Duitse bedrijf Gingco werd een prachtig en eenvoudig programmaatje ontwikkeld waarmee zonder veel toestanden GIF en JPG zijn om te zetten in WBMP.

Volgens de fabrikant garanderen Ericsson en Nokia dat illustraties die met deze utility naar WBMP omgezet zijn, zonder problemen op hun apparaten weergegeven worden.

Het downloaden van de ZIP-file van http://www.gingco-newmedia.com is een fluitje van een cent. Vervelender is dat het programma niet wil opstarten als op het systeem de "Java Runtime Environment 1.1" niet geïnstalleerd is.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol



Figuur 3/20.14-10: Een kind kan de was doen! Originele GIF laden, even experimenteren met "Diffuse" en "Threshold" en het WBMP-plaatje is klaar.

Gelukkig kan men via de website van Gingco onmiddellijk doorklikken naar de site van Sun, alwaar de gevraagde Java-omgeving ter beschikking staat. Wel even geduld! De file is meer dan 5 MB groot. Hierna kan men de Java-omgeving installeren en nadien de ZIP-file van pic2wbmp uitpakken. Er is géén EXE-bestand te bekennen, wel een ouderwets aandoende .BAT-file, die evenwel precies doet wat zij moet doen: pic2wbmp opstarten in een mooi Windows-venstertje.

Op experimenteren komt het aan!

De utility is een prachtig stukje gereedschap om te leren leven met de beperkingen van WBMP. Het zal duidelijk zijn dat er van een zeer gedetailleerde foto op 90 bij 50 niets overblijft. Dergelijke foto's zijn dan ook absoluut niet geschikt voor WAP. Het beste kan men experimenteren met duidelijke lijntekeningen en eenvoudige logo's, zie figuur 3/20.14-10.

Als voorbeeld werd een 265-kleuren GIF'je als basis genomen. Onbruikbaar in WAP! Een eerste tip is de afmetingen van dit plaatje eerst in een goed pixelbewerkingsprogramma te reduceren tot de gewenste afmetingen. In "Paint Shop Pro" kan men dit met "resize" of "resample" doen. Reduceer de breedte van het plaatje tot bijvoorbeeld 90 pixels. Nadien wordt de illustratie geladen in pic2wbmp. Men ziet twee venstertjes, in het linker staat het originele plaatje, rechts een voorstel tot WBMP. Men kan nu de kleuren van GIF op twee manieren omzetten naar zwart-wit:

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

- DIFFUSE:
  Hiermee zet het programma de kleuren van GIF om in een rasterpatroon van witte en zwarte puntjes, waardoor een soort van grijstinten ontstaan. Natuurlijk gaat de resolutie van het plaatje daardoor achteruit, maar voor wat hoort wat.
- THRESHOLD:
  Met deze optie kan men door middel van een schuifregelaar zélf bepalen welke kleuren in WBMP als wit en welke kleuren als zwart zullen worden weergegeven. Door het schuifje van links naar rechts te bewegen zijn alle tussenstappen tussen een modderzwart plaatje en een iele lijnconstructie in te stellen.

Deze laatste optie levert vaak de beste resultaten op, zie figuur 3/20.14-11.



Figuur 3/20.14-11: Zoals geschreven, lijntekeningen zijn het beste te verwerken in WAP-pagina's.

WBMP file generator
Een tweede programma dat bruikbaar is om GIF om te zetten in WBMP. Het werkt echter aanzienlijk minder intuïtief dan pic2wbmp. In het grote venster wordt een GIF-, BMP- of JPEG-plaatje geladen. Dit moet echter absoluut al de juiste afmetingen hebben, want schalen behoort niet tot de mogelijkheden van dit programma. Nadien kan men omzetten in zwart-wit of rasteren. In het eerste geval bestaat er geen mogelijkheid tot het instellen van een threshold.

WML, Wireless Markup Language

Inleiding
WML is voor WAP wat HTML is voor het internet. Een "markup"-taal, waarmee men teksten kan "taggen" en plaats en afmetingen van illustraties kan definiëren. WML is echter gebaseerd op "Extensible Markup Language" (XML). Voor het beschrijven van een pagina maakt WML gebruik van de begrippen "deck" en "card". Dit is het gevolg van het feit dat een pagina binnen WML iets anders opgebouwd is dan een HTML-pagina. Een HTML-pagina bestaat uit één bestand. Als men een HTML-pagina bekijkt, ziet men in feite één volledig HTML-bestand. Vanwege de beperkte schermgrootte van mobiele apparatuur en vanwege de beperkte bandbreedte is een WML-pagina echter een stuk kleiner. Op het scherm van een WAP-telefoon wordt dan ook niet een volledige pagina getoond maar een fragment van een pagina.
Deze fragmenten noemt men "cards". Een aantal "cards" die samen een volledi-

ge WML-pagina vormen, noemt men een "deck". Een "deck" kan op zijn beurt ook een "sjabloon" bevatten dat bepaalde kenmerken beschrijft die geldig zijn voor alle "cards" binnen het "deck". Een WAP-site kan dus opgebouwd zijn uit bijvoorbeeld drie bestanden terwijl op de WAP-telefoon wel 20 pagina's (afzonderlijke "cards") bekeken kunnen worden. Wanneer een WAP-site wordt opvraagd, wordt een "deck" in zijn geheel geladen. De eerste "card" wordt getoond. Net als bij HTML kan men tussen de verschillende "cards" van eenzelfde "deck" navigeren. Als de WML Micro Browser een WML document ("deck") laadt, dan leest de browser het gehele "deck" en de navigatie tussen de "cards" gebeurt dus zonder dat er data geladen hoeft te worden. Dit is belangrijk, want als eenmaal een "deck" is geladen, blijven alle "cards" in het geheugen van de Micro Browser totdat de browser de opdracht krijgt om een nieuw "deck" te laden.

Kenmerken

De belangrijkste kenmerken van WML zijn:
- minimale tekstopmaak mogelijkheden;
- ondersteuning van WBMP-afbeeldingen;
- gebruik van variabelen toegestaan;
- ondersteuning van zogenoemde "softbuttons";
- primitieve mogelijkheden tot navigatie;
- beheer van bladergeschiedenis;
- ondersteuning van het afhandelen van acties, bijvoorbeeld bij telefonische diensten;
- diverse mogelijkheden tot gebruikersinteractie, bijvoorbeeld selectielijsten en invoervelden;
- WML kan binair worden gecodeerd door een WAP-gateway/proxy, zodat bij het verzenden van WML-pagina's bespaard kan worden op de schaarse bandbreedte van mobiele netwerken.

Een strenge taal

In tegenstelling tot HTML, dat een zeer tolerante taal is, is WML streng en onverbiddelijk. Iedere fout tegen de syntax, hoe onbenullig ook, wordt afgestraft met een foutmelding.
Bovendien zijn er in WML een heleboel zaken die absoluut moeten, zaken die in een nette HTML-programmering eigenlijk ook wel moeten maar waarbij alle WWW-browsers genadevol een oogje dichtknijpen als er iets fout geprogrammeerd is.
De voornaamste zaken waarmee men absoluut rekening mee moet houden op een rijtje:
- Een WML-pagina MOET openen met een header, waarvan de samenstelling aan strikte regels is gebonden.
- Iedere tag die wordt geopend MOET ook worden afgesloten, zelfs tags die in HTML niet afgesloten worden, zoals <p> of
, moeten in WML afgesloten worden. Voor zogenoemde zelfafsluitende tags zoals
 geldt dat de syntax iets anders is:
. Het streepje staat dus ACHTER de tag-naam.
- Hetzelfde geldt voor de <img src>-tag. In HTML wordt deze niet afgesloten, in WML MOET die worden afgesloten door het opnemen van het /-teken als laatste karakter voor het afsluitende haakje.
- Tekst MOET absoluut vooraf worden gegaan door een <p>-tag, waarin wordt verduidelijkt hoe de tekst wordt geformatteerd: links uitlijnen, rechts uitlijnen of centreren.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
```

Figuur 3/20.14-12: De header van een WML-document.

- Tags MOETEN met kleine letters worden geschreven.
- Alle variabelen MOETEN tussen dubbele aanhalingstekens staan, ook cijfers en getallen, dus niet < ... width=5>, maar < ... width="5">.
- Bij de <img>-tag MOET het attribuut alt=" " vermeld worden.

De header

De header mag in een WML-site absoluut niet worden vergeten. De header ziet er standaard uit als voorgesteld in figuur 3/20.14-12.

De tweede regel geeft aan welke versie van WML er gebruikt wordt en waar de client eventueel extra instructies kan halen over hoe met deze file moet worden omgegaan. Een andere syntax is niet toegestaan.

Decks en cards

Zoals reeds geschreven bestaat een WML-pagina uit de header (in de volgende voorbeelden wordt deze niet steeds opgenomen, maar voorgesteld door het woord HEADER) en een aantal cards. De structuur van een WML-pagina ziet er dus als figuur 3/20.14-13 uit. De id van een card is een uniek label waarmee de Micro Browser de card steeds in het deck kan terugvinden. Het attribuut id is dus verplicht, de naam mag niet meer dan acht karakters hebben. Daarmee kan men, net als bij een anker in HTML, naar een bepaalde "card" verwijzen, zoals bijvoorbeeld "#purchase" of "#start". Het attribuut title is niet verplicht. Het label van dit attribuut wordt op de bovenste regel van het schermpje opgenomen.

Het maakt niet uit in welke volgorde de cards staan, maar de bovenste card wordt altijd de eerste (en voorlopig enige) card die de gebruiker ziet.

In een card stopt men de informatie waarvan wordt aangenomen dat die redelijkerwijs op één beeldscherm(pje) past. Scrollen op een WAP-telefoon is immers niet erg gebruiksvriendelijk! Een card kan onder andere tekst, een afbeelding, een menu of een formulier bevatten.

Links

Ook links functioneren als in HTML. Interne links naar andere cards van hetzelfde deck kan men op de volgende manier programmeren:

Naar card 1

De links kan men, net als in HTML, relatief en absoluut aanmaken. Als naar een specifieke card in een andere deck moet worden verwezen, maakt men gebruik van de # (bookmark) in het URL:

Bedrijfsgegevens

Deze link brengt de bezoeker bij de informatie die in de card "bedrijf" staat in de WML-file "test.wml".

Externe links kan men op dezelfde manier realiseren. Men geeft het relatieve of absolute path, zoals bij HTML, zie figuur 3/20.14-14.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

```
HEADER
<wml>

<card id="kaart1" title="Welkom">
tekst
</card>

<card id="kaart2" title="Onze bedrijfsgegevens">
tekst
</card>

</wml>
```

Figuur 3/20.14-13: De structuur van een WML-pagina.

```
<a href="wml_deck_2.wml">Naar deck 2</a>
<a href="http://www.vego.nl/wap/test.wml">De eerste
test-pagina</a>
```

Figuur 3/20.14-14: Het opnemen van externe links op WML-pagina's.

Paragrafen
De tag <p> speelt in WML een belangrijke rol. Voor er ook maar één letter tekst in de code wordt opgenomen, moet eerst met deze tag gedefinieerd worden hoe de tekst moet worden weergegeven. Vergeten van deze regel leidt tot een foutmelding!
Er is een aantal attributen bij de <p>-tag dat het mogelijk maakt invloed uit te oefenen op de presentatie van tekstblokken:

- align:
  Met de attributen align="left", "right" of "center" kan men aangeven of de tekst respectievelijk links, rechts of in het midden uitgelijnd moet worden.
- mode:
  Naast het align-attribuut is er ook de mode="wrap"- of "nowrap"-attribuut. Standaard wordt een zin "gewrapt", dat wil zeggen dat de zin wordt afgebroken bij het einde van het scherm en op de volgende regel verdergaat. Door de waarde nowrap te gebruiken forceert men de WAP-telefoon waar de tekst op wordt weergegeven de zin bijeen te houden. Dit betekent dat het apparaat eventueel horizontaal moet kunnen

scrollen of een groot beeldscherm moet hebben. Geen aanrader op dit moment, dus!

De volledige syntax van de paragraaf-tag is dus:

<p align=" " mode=" ">
TEKST
</p>

Vergeet de afsluitende tag </p> niet!

Formatteren van tekst

Voor het formatteren van tekst heeft WML een paar nuttige tags in voorraad:

-
:
  De tag
 zorgt ervoor dat een zin op een nieuwe regel begint. Denk aan het verschil met HTML, bij WML moet de zelfsluitende
 tag ook weer beëindigd worden, vandaar het afsluitende eindteken (/).
- <em>:
  Nadruk op tekstfragment.
- <strong>:
  Extra nadruk op tekstfragment.
- <i>:
  Cursieve tekst.
- <b>:
  Vette tekst.
- <u>:
  Onderstreepte tekst.
- <big>:
  Grotere tekst.
- <small>:
  Kleinere tekst.

Om het effect te testen is WML-code van figuur 3/20.14-15 ideaal.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">

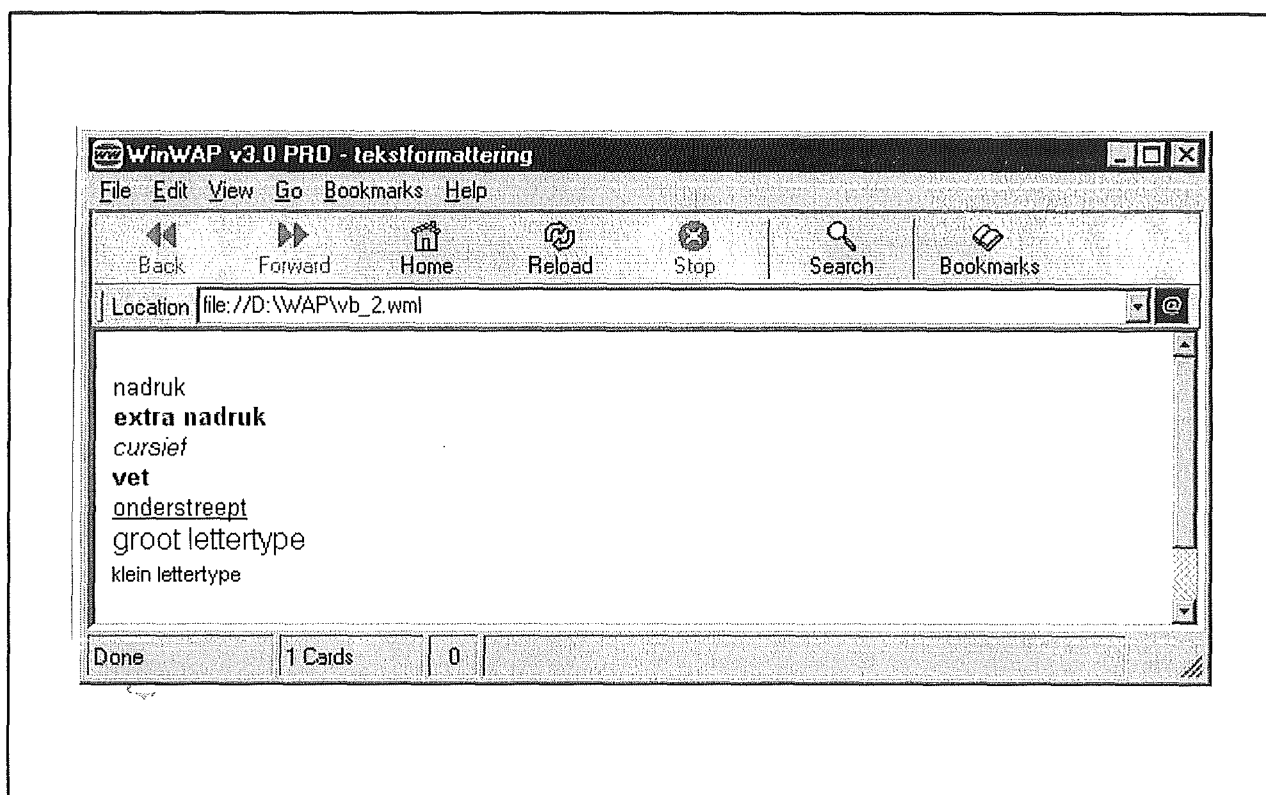
<wml>

<card id="format" title="tekstformattering">
<p align="left">
<em>nadruk</em><br/>
<strong>extra nadruk</strong><br/>
<i>cursief</i><br/>
<b>vet</b><br/>
<u>onderstreept</u><br/>
<big>groot lettertype</big><br/>
<small>klein lettertype</small><br/>
</p>
</card>

</wml>
```

Figuur 3/20.14-15: Een WML-bestand voor het demonstreren van tekstattributen.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol



Figuur 3/20.14-16: Het resultaat van de listing van figuur 3/20.14-15 in het venster van WinWAP.

Het resultaat is voorgesteld in figuur 3/20.14-16.

Illustraties
Met de <img>-tag neemt men afbeeldingen op in een pagina. In vergelijking met HTML zijn er echter twee verschillen:
- Het alt-attribuut is verplicht en bevat de tekst die men ziet in plaats van het plaatje.
- De <img>-tag heeft geen afsluitende tag, de tag sluit zichzelf weer met het /-teken.

De volledige syntax is voorgesteld in figuur 3/20.14-17.
De attributen zijn bekend van HTML en vervullen dezelfde functie. Wees echter zuinig met het gebruiken van vspace en hspace! Zelfs een witruimte van 5 pixels rond een illustratie is op het klein schermpje erg veel!

Tabellen
Ook in WAP kan men tabelletjes aanmaken en wel op vrijwel dezelfde manier als in HTML. Om de tabel te definiëren wordt gebruik gemaakt van een drietal attributen:
- title:
  De titel van de tabel is niet verplicht.
- align:
  De uitlijning van de tekst in de tabel met als waarden left, right of center.
- columns:
  Het aantal kolommen in de tabel.

De rijen in de tabel worden aangemaakt door steeds een nieuwe <tr>-tag toe te voegen tussen de <table>- en </table>-tag's. Vervolgens definieert men de verschillende cellen in een rij met de <td>-tag tussen de <tr>- en </tr>-tag's.
Het geraamte van een tabel ziet er dus uit als voorgesteld in figuur 3/20.14-18.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

```
<img src="bestand.wbmp" alt="tekstje" vspace=".."
hspace=".." align=".." height=".." width=".."/>
```

Figuur 3/20.14-17: De syntax voor het opnemen van een illustratie in een WML-pagina.

```
<table title="Voorbeeld" columns="2">
  <tr>
     <td>cel 1</td>
     <td>cel 2</td>
  </tr>
  <tr>
     <td>cel 3</td>
     <td>cel 4</td>
  </tr>
<tr>
     <td>cel 5</td>
     <td>cel 6</td>
  </tr>
 </table>
```

Figuur 3/20.14-18: Het "geraamte" van een tabel in WAP.

Voorbeeld

Als voorbeeldje wordt een deck besproken voor een bedrijf dat boeken verkoopt, zie figuur 3/20.14-19.
Het resultaat in een Micro Browser ziet er uit als voorgesteld in figuur 3/20.14-20.

Menu's maken

Een WAP-telefoon heeft naast de linker knop ook nog een rechter navigatieknop. Deze knop is erg handig bij de navigatie door de pagina's maar tot nu toe is er nog geen functie aan toegekend. Om acties aan een specifieke knop toe te wijzen gebruikt men de <do>-tag. Deze tag zorgt ervoor dat een actie wordt verbonden aan de knop van de telefoon. De actie zit in de <do>-tag gesloten, de <go>-tag geeft de link aan.

Een voorbeeld:

```
<do type="prev" label="bestel">
<go href="bestel.wml"/>
</do>
```

Op de Nokia is de rechter knop de previous (prev) button. Men kent dus aan deze knop de link naar de bestelpagina bestel.wml toe. Bij de meeste WAP-telefoons wordt het menu rechts of links uitgelijnd. Dan kan met de scroll-toetsen een bepaalde functie makkelijk worden geselecteerd.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">

<wml>

<card id="boeken" title="boeken">
<p>
<table title="boeken" columns="3">
  <tr>
     <td><b>titel</b></td>
     <td><b>pagina's</b></td>
     <td><b>prijs</b></td>
  </tr>
  <tr>
     <td>Sensor boek</td>
     <td>415</td>
     <td>Hfl. 75,00</td>
  </tr>

  <tr>
     <td>Op-amp boek</td>
     <td>357</td>
     <td>Hfl. 65,00</td>
  </tr>
</table>
</p>
</card>

</wml>
```

Figuur 3/20.14-19: Een voorbeeld van een tabel voor een uitgeverij die twee boeken in de verkoop heeft.

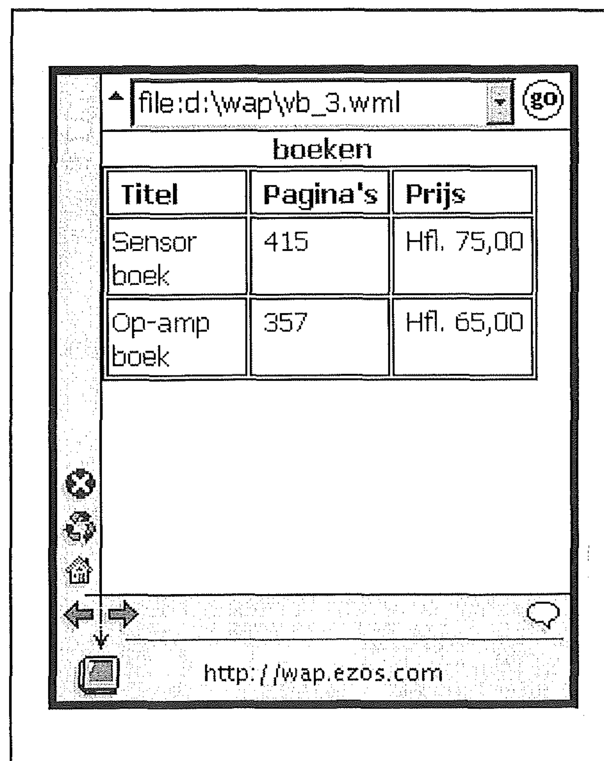
20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

De code moet aan het eind van een "card" geplaatst worden en de algemene syntax is:
<do type=" " label=" " name=" ">
<go href=" "/>
</do>
Het attribuuttype geeft aan de browser aan waarnaar de link verwijst. In de specificaties zijn verschillende typen gedefinieerd. Hoe deze overigens door de WML-browser worden omgezet, blijft afwachten. De volgende typen zijn te onderscheiden:
- accept:
  Accepteren, bijvoorbeeld van een bevestiging.
- prev:
  Terug, vergelijkbaar met de back/terug-button in een HTML-browser.
- help:
  Hiermee kan een link naar een helpsite ingebouwd worden.
- reset:
  Om bijvoorbeeld een formulier leeg te maken.

Binnen het do-element zijn de volgende "tasks" mogelijk:
- options:
  Opties voor extra instellingen.
- delete:
  Om een selectie te wissen.
- go href=" ":
  Hiermee wordt een URL of een andere card aangeroepen.
- prev:
  Hiermee wordt de voorgaande URL aangeroepen, vergelijkbaar met de back-button in een HTML-browser.
- refresh:
  Deze task hernieuwt de actuele site.

Templates
Templates zijn gegevens die betrekking hebben op alle cards binnen één deck. Het is bijvoorbeeld handig om vanuit een specifieke card weer terug te kunnen gaan naar de eerste card van het deck of naar het Welkom-deck. De code om dit mogelijk te maken ziet er als volgt uit:
<template>
<do type="prev" label="back">
</do>
</template>
De template-programmering moet voor de eerste card in het bestand worden opgenomen, zie figuur 3/20.14-21.

Input geven en het verwerken ervan
Binnen WML is het ook mogelijk gegevens van de gebruiker op te vragen. Het is duidelijk dat hiervoor de tag <input> ter beschikking staat. De teruggestuurde gegevens kunnen bovendien in een volgende card worden verwerkt.



Figuur 3/20.14-20: Het resultaat van de listing van figuur 3/20.14-19 in het venster van een WAP-browser.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

```
HEADER

<wml>
<template>
......
</template>
<card id="kaart1" title="welkom">
tekst
</card>
<card id="kaart2" title="Onze bedrijfsgegevens">
tekst
</card>
</wml>
```

Figuur 3/20.14-21: De programmering van een template.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">

<wml>
<card id="invoer" title="voer uw naam in">
<p>
Type svp hieronder uw naam in!
<br/>
<input name="naam" type="text" maxlength="32"/>
</p>
</card>
</wml>
```

Figuur 3/20.14-22: Het opvragen van de naam van de surfer.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

Als voorbeeld wordt de naam van de gebruiker opgevraagd die op een WAP-site zit. In de <input>-tag mogen maximaal 32 karakters worden ingevoerd en de ingevoerde gegevens worden verbonden aan een variabele naam. Ook deze tag moet zichzelf afsluiten met een /-karakter:
<input name="naam" type="text" maxlength="32"/>
In het voorbeeld van figuur 3/20.14-22 wordt de bezoeker naar zijn of haar naam gevraagd.
Het resultaat van deze code op het schermpje van een WAP-telefoon is voorgesteld in figuur 3/20.14-22.



Figuur 3/20.14-23: Het resultaat van de code van figuur 3/20.14-22.

Uiteraard moet er wat gebeuren met deze informatie. De naam die is ingetoetst kan men bijvoorbeeld gebruiken om de gebruiker met zijn of haar naam aan te spreken en welkom te heten op de bestelsectie van de WAP-site. De waarde van de variabele naam kan weergegeven worden met behulp van $(naam). Het deck ziet er nu uit als weergegeven in figuur 3/20.14-24.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">

<wml>
<card title="voer uw naam in">
<p>
Type svp uw naam in!
<br/>
<input name="naam" type="text" maxlength="32"/>
<br/>
<a href='#respons'>ok</a>
</p>
</card>

<card id="respons" title="welkom">
<p>
Hallo, $(naam) welkom op onze bestelpagina!
</p>
</card>

</wml>
```

Figuur 3/20.14-24: Het verwerken van de naam in een respons-pagina.

Na het invoeren van de naam en drukken op de OK-knop verschijnt dan de respons van figuur 3/20.14-25 op het schermpje van de bezoeker.
Vervolgens kan men de bezoeker overhalen iets te gaan bestellen. De gebruiker kan keuze maken uit twee soorten boeken die worden geleverd. Het maken van zo'n keuze kan met behulp van een option list gebeuren. De gebruiker kan dan het boek dat hij of zij wil bestellen aanklikken. In hetzelfde deck kan men de reeds aanwezige card "respons" aanpassen, zie figuur 3/20.14-26.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol



Figuur 3/20.14-25: Het antwoord op de naam van de bezoeker verschijnt in zijn of haar telefoon met een persoonlijke aanhef.

```
<card id="respons" title="welkom">
<p>
Hallo, $(naam), kies een boek dat u wilt bestellen:
<br/>
<select name="boek" iname="I" ivalue="0" mul-
tiple="false">
<option value="opamp">Op-amp boek</option>
<option value="sensor">Sensor boek</option>
</select>
</p>
</card>
```

Figuur 3/20.14-26: Het aanmaken van de code voor het registreren van een bestelling.

- De keuzelijst krijgt als variabelennaam “boek”. Later kan men de waarde van deze variabele weer opvragen.
- Door iname="I" op te nemen in de select tag geeft men aan dat de waarde van de keuze in de option list wordt toegekend aan de variabele I. Dit betekent dat als “Op-amp boek” wordt gekozen de waarde van I gelijk wordt aan 1. Als “Sensor boek” wordt gekozen, dan wordt de waarde van I gelijk aan 2. De waarde wordt dus bepaald door de volgorde van de option list.
- Met ivalue kan men aangegeven of een van de selecties al standaard geselecteerd moet worden. Met de waarde “0” in dit voorbeeld wordt er géén selectie gemaakt.
- Met multiple="false" geeft men aan dat de gebruiker maar één soort boek mag kiezen. Uiteraard is de waarde "true" als er meer dan één selectie mag worden gemaakt.
- Alle keuzes hebben een value. Deze value kan later weer worden opgeroepen.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol



Figuur 3/20.14-27: De drie stappen die de WAP-per doorloopt bij het bestellen van een boek via zijn telefoon.

- De value wordt toegekend aan de variabele "boek", dit is de naam van de option list (gedefinieerd in de <select>-tag).

Het resultaat ziet er uit als weergegeven in figuur 3/20.14-27.

En nu verder?
Natuurlijk gebeurt nu verder niets met al de door de gebruiker geleverde informatie. De respons kan echter door de WAP-server worden verwerkt met een script uit WML-Script. Maar dat is een heel ander verhaal! Contact met de provider die de site host moet duidelijk maken of deze WML-Script al ondersteunt.

De wap-pagina's zijn klaar, wat nu?

Op de bestaande server zetten
Daar is het antwoord heel eenvoudig op. Omdat WML, net zoals HTML, volgens de specificaties van HTTP werkt, kan men .WML-pagina's en .WBMP-afbeeldingen gewoon op een bestaande internet server zetten.

20.14 Theorie en praktijk van WAP, Wireless Application Protocol

3/20.15

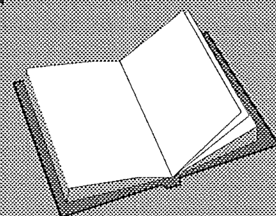
RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

Inleiding

Alles via RJ en UTP
De kleine modulaire connectoren van het type "RJ" en de onafgeschermde kabels van het type "UTP" hebben de moderne telecommunicatie veroverd. Of het nu gaat over het verbinden van een telefoonhoorn met de telefoon, het aansluiten van de telefoon, het aansluiten van een fax of modem, het opbouwen van een snelle ADSL-Internetverbinding of het samenstellen van een snel PC-netwerk, overal komt men deze handige en goedkope connectoren en kabels tegen. Tegenwoordig is het zelfs mogelijk RJ-connectoren en UTP-kabels te gebruiken voor het transporteren van audio en video over tamelijk grote afstanden.
Kortom, deze uiterst gestandaardiseerde onderdelen verdienen het om in een afzonderlijk hoofdstuk te worden besproken.

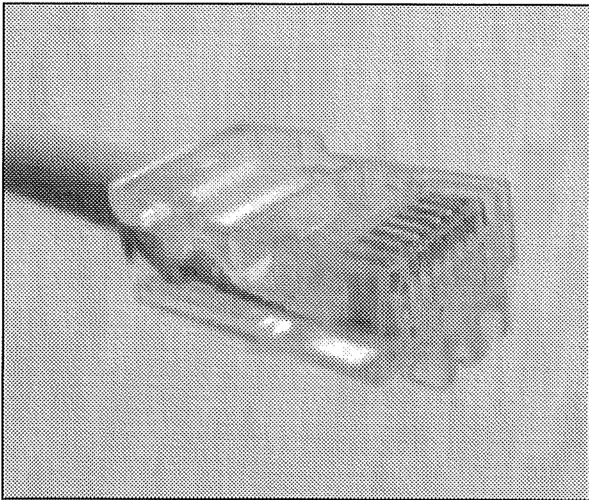
Registered Jacket
RJ is het letterwoord van "Registered Jacket", een benaming die er op wijst dat het soort connector in ieder geval in Amerika als standaard is geregistreerd. De codering "RJ" maakt deel uit van de "Universal Service Ordering Code" (USOC) en werd in de zeventiger jaren van de vorige eeuw ingevoerd door "Bell Systems". Nadien werd de connector overgenomen door het grote bedrijf "AT&TO" wat de doorbraak als standaard betekende.
De serie RJ-connectoren omvat diverse connectoren die in wezen alleen van elkaar verschillen in het aantal contacten. U weet natuurlijk hoe die connectoren er uitzien, u moet alleen maar even naar uw telefoon kijken om de specifieke vormgeving, zie figuur 3/20.15-1, van deze connectoren te herkennen. Het lichaam van de mannelijke connector is meestal transparant uitgevoerd en klikt via een vergrendeling in het vrouwelijke chassisdeel. Via een hendeltje kan men deze vergrendeling opheffen en de connector weer uit het chassisdeel trekken.
Er komt bij de connectoren van de RJ-serie geen schroefje aan te pas. De

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/20.8
Hoofdstuk 3/20.10
Hoofdstuk 3/20.12



20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

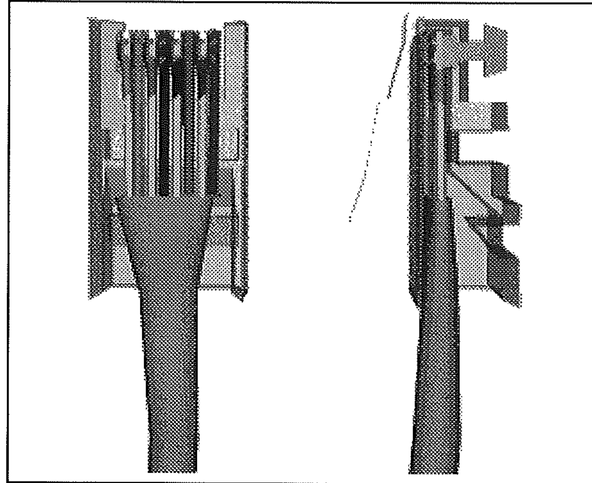
aders van de kabel worden in de connector geperst, waarbij scherpe vorktandige metalen delen door de isolatie dringen en het contact met de ader van de kabel tot stand brengen, zie figuur 3/20.15-2.



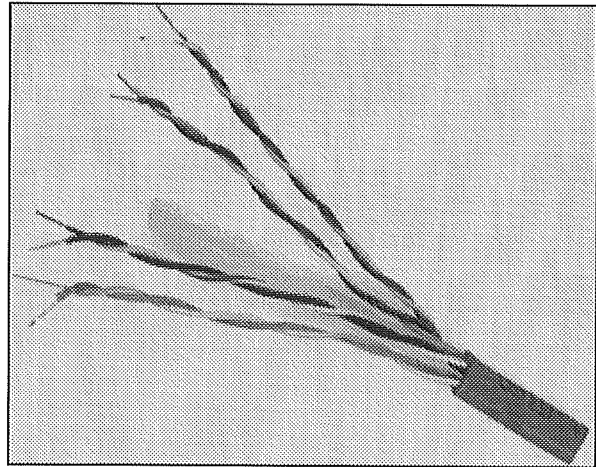
Figuur 3/20.15-1: De specifieke vormgeving van de RJ-connectoren.

Dit op zich handige en goedkope systeem schrikt echter de doe-het-zelver af. Ten onrechte, want het is helemaal niet moeilijk om zélf een RJ-connector aan een kabel te monteren. U heeft daarvoor wel een speciale krimptang nodig, maar voor de rest is het een fluitje van een cent. Wij komen daar later in dit hoofdstuk nog op terug.

Unshielded Twisted Pair
Het tweede letterwoord waar het in dit hoofdstuk over gaat, "UTP", staat voor "Unshielded Twisted Pair". "Unshielded" wil zeggen dat de kabel niet is afgeschermd, zoals bijvoorbeeld wél het geval is bij coax. "Twisted" wil zeggen dat de aders getordeerd zijn, oftewel rond elkaar gedraaid. "Pair" wil zeggen dat deze tordering per aderpaar gebeurt. In figuur 3/20.15-3 is een typische UTP-kabel voorgesteld, in dit geval samengesteld uit vier getordeerde aderparen.



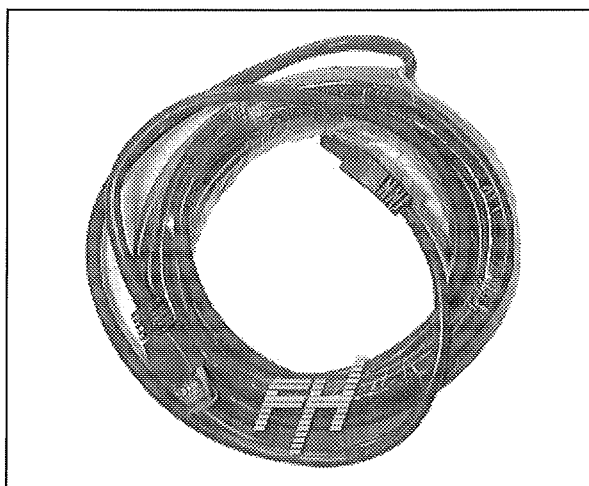
Figuur 3/20.15-2: Bij de RJ-connectoren komt het contact tussen de aders van de kabel en de connectorcontacten tot stand door vorktanden die door de isolatie dringen.



Figuur 3/20.15-3: De typische samenstelling van een UTP-kabel.

Het lijkt in eerste instantie vreemd dat het simpele feit van de tordering van aderparen zoveel effect heeft op de elektrische eigenschappen van de kabel. Daar valt een heel boek vol met ingewik-

kelde formules over te schrijven, maar in het kader van dit praktische hoofdstuk laten wij het bij de vaststelling dat door de tordering en de symmetrische signaaloverdracht per aderpaar dergelijke kabels inderdaad spectaculaire eigenschappen hebben. Met dergelijke spotgoedkope kabels kan men datasnelheden bereiken tot 1 Gbit/s en dit over afstanden tot honderd meter.



Figuur 3/20.15-4: Zo koopt u in de computershop een UTP-kabel, leverbaar in diverse kleuren en lengtes en voorzien van diverse typen RJ-connectoren. In tegenstelling tot alle overige kabelsystemen is een UTP-kabel aan weerszijden voorzien van een **mannelijke** connector.

RJ en UTP in de praktijk

Het zal dan ook geen verbazing wekken dat de combinatie RJ-connector plus UTP-kabel een absolute standaard in telecommunicatieland is geworden. Dergelijke kabels die, zie figuur 3/20.15-4, tegenwoordig in allerlei kleuren en lengtes worden aangeboden, worden onder andere gebruikt voor:

- aansluiten van een analoge telefoon;
- aansluiten van de hoorn op het telefoontoestel;
- aansluiten van een fax;
- aansluiten van een modem;
- opbouwen van een ADSL-verbinding;
- samenstellen van een 10base-T Ethernet netwerk;
- samenstellen van een 100Base-TX Fast Ethernet netwerk;
- samenstellen van een 1000base-T Gigabit Ethernet netwerk;
- verzenden van analoge audio via een balun;
- verzenden van analoge video via een balun.

Kortom, iedere elektronicus moet op de hoogte zijn van de in's en out's van deze technologie.

RJ-connectoren

Inleiding

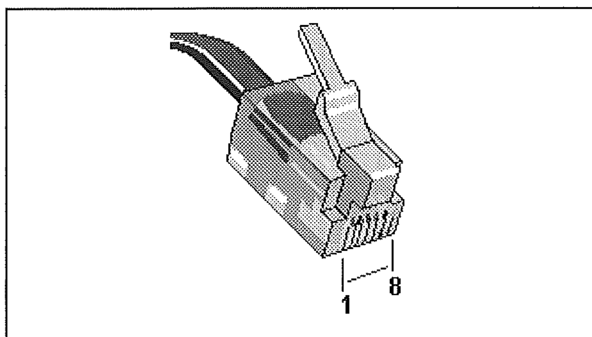
Zoals reeds geschreven bevat de reeks RJ-connectoren een groot aantal typen, die we nu samen met u gaan doornemen. Sommige typen worden echter nauwelijks gebruikt, zodat ze even voor de volledigheid worden vermeld.

RJ-connectoren worden gekenmerkt door het aantal mogelijke contacten en het aantal daadwerkelijk aanwezige contacten. De eerste grootheid wordt gedefinieerd door "P" (Position), de tweede door "C" (Conductor). Een RJ11-6P4C connector heeft dus plaats voor zes contacten waarvan er echter maar vier in gebruik zijn.

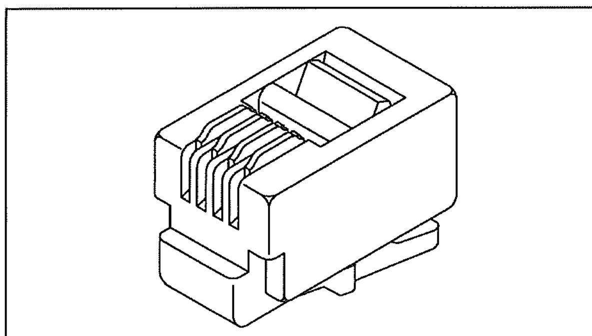
Nummering van de positions

De positions staan in één rij en het is dus belangrijk om te weten hoe deze worden genummerd. In figuur 3/20.15-5 is de standaard nummering weergegeven. Als

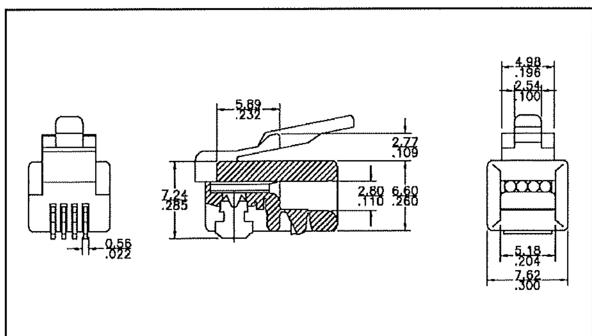
u de **mannelijke** connector vasthoudt als weergegeven met het hendeltje naar boven, dan worden de positions oplopend van links naar rechts genummerd.



Figuur 3/20.15-5: De standaard nummering van de positions op een **mannelijke** connector.



Figuur 3/20.15-6: De originele RJ11 heeft maximaal vier positions.



Figuur 3/20.15-7: Afmetingen van de originele RJ11 connector.

Let echter op! Vanwege de constructie lijkt het er op alsof ook een mannelijke connector gaatjes heeft. De mannelijke connector heeft aan de onderkant duidelijk waarneembare vergulde contactstrippen. Een vrouwelijke connector heeft één groot gat, waarin de volledige mannelijke connector past.

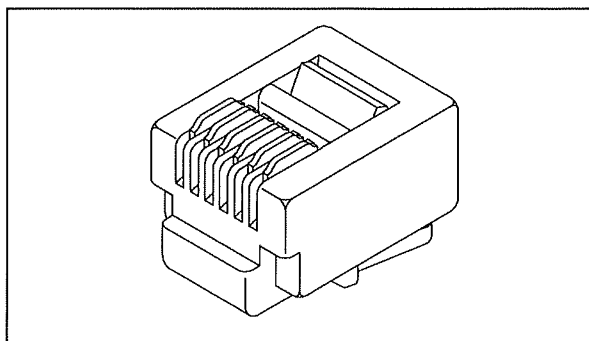
Elektrische specificaties
Alle RJ-connectoren moeten aan de volgende elektrische specificaties voldoen:
- spanning tussen de contacten:
  250 V max.
- stroom door één contact:
  2 A max.
- isolatieweerstand tussen twee contacten:
  500 MΩ min.
- overgangsweerstand van een contact:
  35 mΩ max.
- contactmateriaal:
  opgedampt goud over 50 μm nikkel op koper

RJ11
De RJ11 heeft, in de originele standaard uitvoering, maximaal vier positions die soms alle vier worden gebruikt maar waar soms alleen de twee middelste van contacten zijn voorzien. De uitvoering is geschetst in figuur 3/20.15-6, de afmetingen volgen uit figuur 3/20.15-7.
Deze connector wordt gebruikt voor het aansluiten van een analoge telefoon, fax of modem. Vaak treft men een RJ11 aan op het uiteinde van het snoer waarmee de hoorn met de telefoon wordt verbonden.

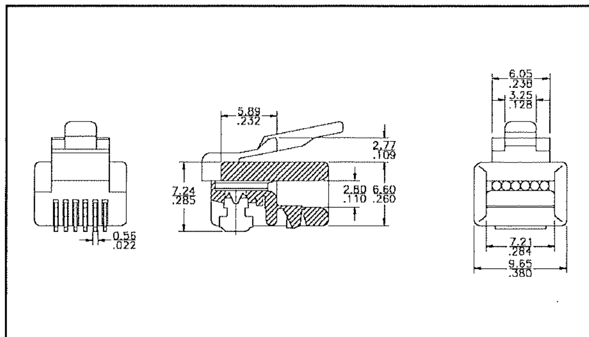
RJ12
De RJ12 is in feite een "opgevoerde" RJ11 die over zes posities beschikt waarvan er vier in gebruik zijn. Omdat de originele RJ11 in moderne apparatuur niet meer wordt gebruikt noemt men dit type vaak RJ11-6P4C, maar correct is dat niet.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

De uitvoering is geschetst in figuur 3/20.15-8, de afmetingen volgen uit figuur 3/20.15-9.



Figuur 3/20.15-8: De RJ12 heeft maximaal zes positions.



Figuur 3/20.15-9: Afmetingen van de RJ12 connector.

Zoals reeds geschreven heeft de RJ12 de plaats van de RJ11 ingenomen en men treft deze connector tegenwoordig aan bij telefoons, modems en faxen.

RJ13
De RJ13 is een gemodificeerde uitvoering van de RJ12 die alleen voor speciale telefoonapplicaties wordt gebruikt. U zult er vast nooit mee te maken krijgen.

RJ14
Wordt gebruikt voor het verbinden van twee telefoons in een huisinstallatie. Ook dit type zult u in de dagelijkse praktijk niet tegen het lijf lopen.

RJ15
Is een waterbestendige professionele uitvoering van de RJ11. Wordt voornamelijk toegepast in de vliegtuigbouw en de militaire industrie.

RJ16
Ook deze connector wordt voor specifieke analoge telefoontoepassingen gebruikt. Vrijwel uitgestorven.

RJ17
Lijkt op de RJ11 en wordt voornamelijk gebruikt in medische apparatuur, onder andere ECG-monitoren.

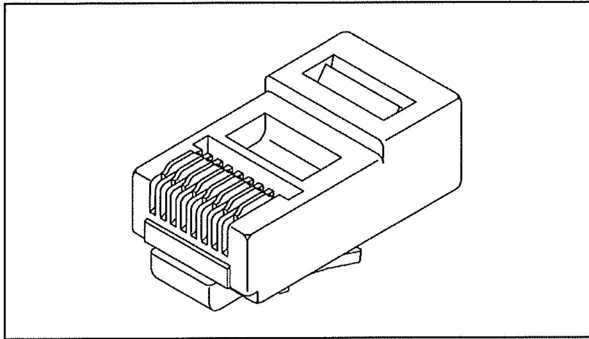
RJ18 en RJ19
Ook deze connectoren werden toegepast in voornamelijk Amerikaanse analoge telefooninstallaties.

RJ21, RJ22, RJ23, RJ24, RJ25, RJ26 en RJ27
Werden gebruikt in Amerikaanse multi-lijns telefooninstallaties. Zo biedt de RJ25 toegang tot drie lijnen en de RJ27 tot acht lijnen.

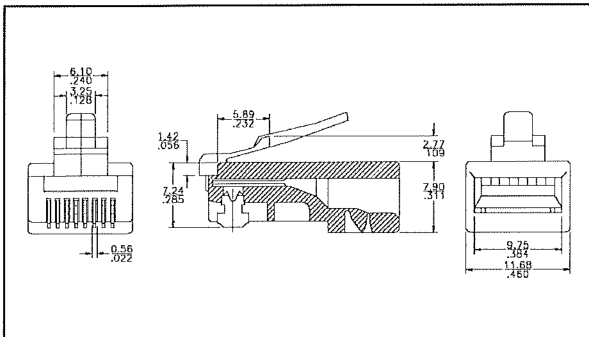
RJ3x
In deze reeks zitten diverse connectoren die iets te maken hebben met het gezamenlijk verbinden van een telefoon en modem met de telefoonlijn.

RJ45
Dit is een zeer actueel model, immers vrijwel alle Ethernet netwerken maken gebruik van deze connector. De RJ45 heeft acht posities die meestal allemaal in gebruik zijn. De uitvoering is geschetst in figuur 3/20.15-10, de afmetingen volgen uit figuur 3/20.15-11.
De RJ45 is dé standaard connector voor bekabeling van ISDN-apparatuur, seriële

RS232 verbindingen en netwerken volgens de 10base-T, 100base-TX en 1000base-T standaarden.



Figuur 3/20.15-10: De RJ45 heeft maximaal acht positions.



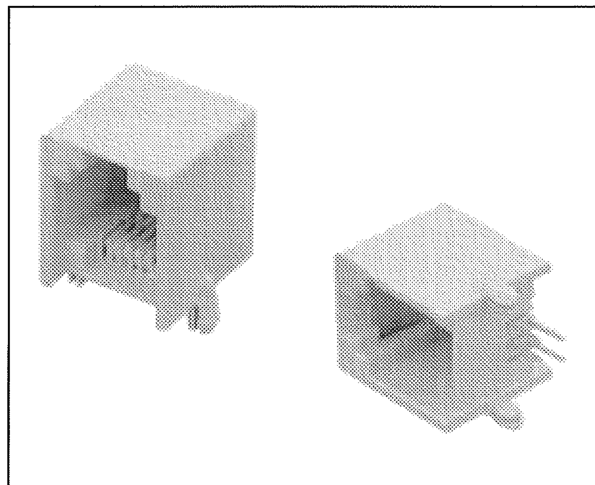
Figuur 3/20.15-11: Gestandaardiseerde afmetingen van de RJ45 connector.

Bovendien treft men deze connector ook aan op alle apparatuur waarmee analoge audio en video via UTP-kabels wordt verstuurd.

RJ-vrouwtjes

Inleiding

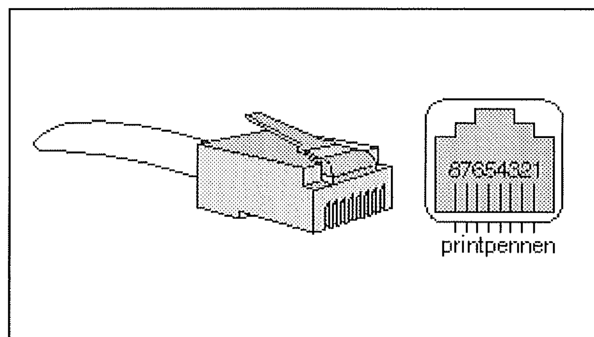
Zoals reeds geschreven heeft iedere geconfectioneerde UTP-kabel aan weerszijden een mannelijke RJ-connector. De vrouwtjes zitten op de apparatuur die via de kabel(s) wordt verbonden. Het vrouwtje heeft, zie figuur 3/20.15-12, één grote opening waar de gehele mannelijke connector in past. Aan de onderzijde zitten contactstrippen die contact maken met de strippen op de mannelijke connector. Aan de bovenzijde is een voorziening aangebracht die ervoor zorgt dat de mannelijke connector in het vrouwtje klikt en alleen los komt na het indrukken van het hendeltje.



Figuur 3/20.15-12: Een vrouwelijke RJ-connector.

De nummering van de positions

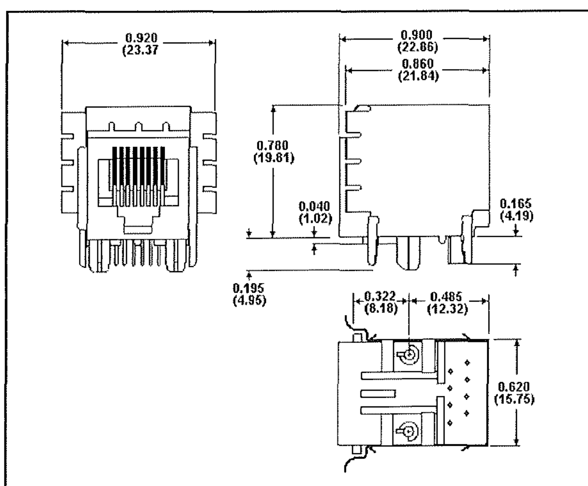
In figuur 3/20.15-13 is de nummering van de positions bij de vrouwelijke connector geschetst. Hier wordt opgeteld van links naar rechts als men de connector in de geschetste positie houdt.



Figuur 3/20.15-13: De nummering van de positions bij de vrouwelijke RJ-connector.

Hendeltje boven of beneden

In figuur 3/20.15-13 zit het hendeltje van de mannelijke connector aan de bovenzijde van de vrouwelijke connector en de printpennen aan de onderzijde. Dat is logisch, men kan dan met de duim het hendeltje indrukken terwijl men de mannelijke connector uit het vrouwtje trekt. Toch treft men veel vrouwtjes aan waar het hendeltje beneden zit, dus op de print. In figuur 3/20.15-14 is bijvoorbeeld een dergelijke connector getekend, die door Tyco Electronics op de markt wordt gebracht. Let op dit verschil bij het tellen van de positions!



Figuur 3/20.15-14: Een vrouwelijke RJ- connector waarbij de mannelijke connector met het hendeltje aan de onderkant moet worden ingeplugd.

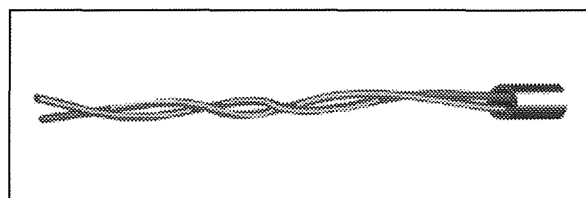
Maximale compatibiteit

Een handige voorziening van de RJ-standaard is de onderlinge compatibiliteit. Dat wil zeggen dat een RJ11 mannetje niet alleen in een RJ11 vrouwtje past, maar ook in een RJ12 of RJ45 vrouwtje. Natuurlijk worden dan alleen de middelste twee of vier contacten doorverbonden. Hetzelfde verhaal geldt voor een RJ12 mannetje: dit past zonder problemen in een RJ45 vrouwtje. Is dus uw nieuwe telefoon voorzien van een RJ45 vrouwtje en heeft u een oude RJ11 kabel? Geen probleem, als beide fabrikanten zich aan de standaard houden, dan doet uw nieuwe telefoon het zonder problemen.

UPT-kabels

Inleiding

De meest eenvoudige uitvoering van een Unshielded Twisted Pair kabel is voorgesteld in figuur 3/20.15-15. Twee aders die zorgvuldig zijn getwist en afgewerkt met een rubber mantel. In principe zou een dergelijke kabel geschikt zijn voor het aansluiten van een oude analoge telefoon op het PTT-net, maar in de praktijk zijn UTP-kabels met slechts twee adres niet meer te koop. Minimaal werkt men nu met twee aderparen.



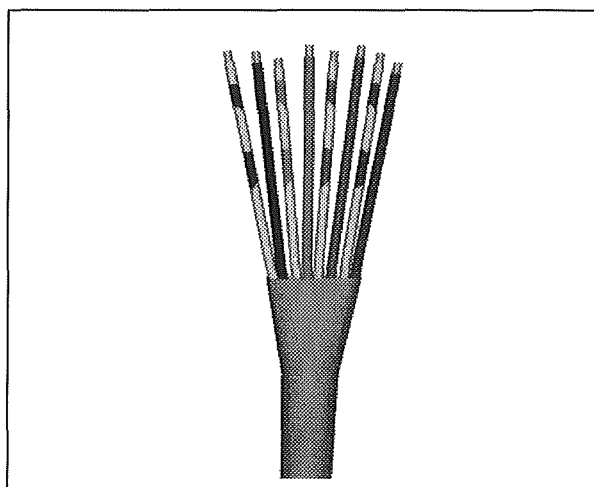
Figuur 3/20.15-15: De eenvoudigste uitvoering van een UTP-kabel.

Kleurcodering

De vier of acht aders van een UTP-kabel zijn gekleurd, zodat geen misverstanden kunnen ontstaan over welke aders tot één paar horen. Hiervoor is een standaard ontwikkeld, zie figuur 3/20.15-16, een standaard die bijvoorbeeld ook gebruikt wordt om de aders van een Ethernet-verbinding te definiëren:

- Aderpaar 1:
  oranje + oranje/wit;
- Aderpaar 2:

groen + groen/wit;
- Aderpaar 3:
  blauw + blauw/wit;
- Aderpaar 4:
  bruin + bruin/wit.



Figuur 3/20.15-16: De kleurcodering van een achtaderige UTP-kabel.

Categorieën

UTP-kabels worden ingedeeld in categorieën. Die categorieën hebben alles te maken met de bandbreedte van de kabel, oftewel omgerekend naar telecommunicatie, de maximale datasnelheid die door de aders kan. Die categorieën zijn zeer belangrijk bij de opbouw van een Ethernet netwerk, omdat zij de snelheid van het netwerk definiëren.

Cat1

De cat1 kabels hebben een bandbreedte van 1 MHz en zijn alleen bruikbaar voor analoge telefoons, analoge modems en RS232 communicatie. Dit type kabels zult u alleen in de dump aantreffen.

Cat2

Hiervoor geldt hetzelfde verhaal. De bandbreedte bedraagt 4 MHz. Dergelijke kabels werden gebruikt voor netwerken volgens de IBM Type 3 standaard of voor 4 Mb/s Token Ring netwerken.

Cat3

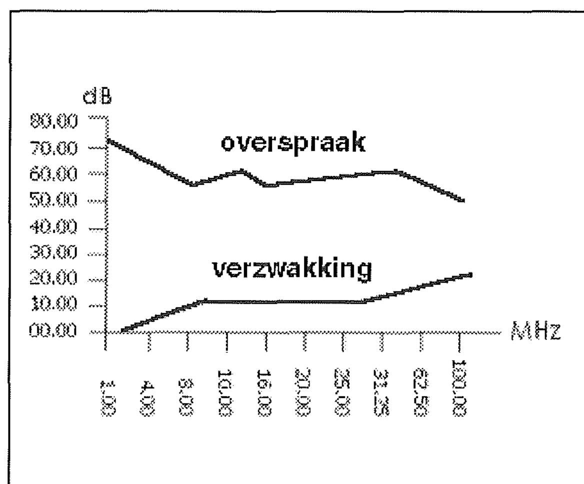
Heeft een bandbreedte van 16 MHz en is bruikbaar voor oude Ethernet netwerken met een maximale capaciteit van 10 Mb/s. Vaak treft men deze kabels aan in systemen die gedigitaliseerde spraak over grote afstanden verzenden.

Cat4

Cat4 haalt 20 MHz en wordt toegepast bij 10 Mb/s Ethernet en 16 Mb/s Token Ring netwerken.

Cat5

Cat5 is op dit moment de meest toegepaste UTP-kabel. Dit type heeft een bandbreedte van 100 MHz en is geschikt voor alle Ethernet netwerken, met uitzondering van 1000base-T. De impedantie bedraagt 100 Ω, de soortelijke weerstand 9,4 Ω per 100 meter. In figuur 3/20.15-17 is de verzwakking (onderste grafiek) en de overspraak (bovenste grafiek) uitgezet in functie van de frequentie.



Figuur 3/20.15-17: Verzwakking en overspraak van een typische Cat5 kabel.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

Dezelfde gegevens, maar dan onder de vorm van een misschien iets meer zeggende tabel, zijn voorgesteld in figuur 3/20.15-18.

Performance v ISO/IEC Requirements						
Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100m)		NEXT (dB)		Impedance (Zo) (unsmoothed)	
	Standard	Open-Link	Standard	Open-Link	Standard	Open-Link
1.00	2.1	1.9	62	75	100±15%	±12%
4.00	4.3	4.0	53	67	100±15%	±12%
10.00	6.6	6.2	47	62	100±15%	±12%
16.00	8.2	7.7	44	61	100±15%	±12%
20.00	9.2	8.5	42	55	100±15%	±12%
31.25	11.8	11.0	40	52	100±15%	±12%
62.50	17.1	15.6	35	48	100±15%	±12%
100.00	22.0	20.0	32	45	100±15%	±12%

Figuur 3/20.15-18: Dezelfde gegevens van een Cat5 kabel, maar nu onder de vorm van een tabel.

Transmission Properties and Electrical Specifications								
Frequency (MHz)	Insertion Loss (dB/100m)		NEXT (dB/100m)		Powersum NEXT (dB/100m)		Return Loss (dB)	
	Max.	Nom.	Max.	Nom.	Max.	Nom.	Max.	Nom.
1.00	3.0	1.6	65.0	90.0	62.0	87.0	19.0	30.0
4.00	4.0	3.5	63.0	86.0	60.5	82.0	19.0	32.0
8.00	5.7	55.6	19.0	5.0	58.2	80.0	79.0	34.0
10.00	6.3	54.0	19.0	5.5	56.6	76.0	73.0	35.0
16.00	8.0	50.6	18.0	7.1	53.2	71.0	67.0	37.0
20.00	9.0	49.0	17.5	8.2	51.6	69.0	65.0	38.0
25.00	10.1	47.3	17.0	8.9	50.0	65.0	63.0	38.0
31.25	11.4	45.7	16.5	10.1	48.4	64.0	61.0	36.0
62.50	16.5	40.6	14.0	14.1	43.4	63.0	60.2	35.0
100.00	21.3	37.1	12.0	18.7	39.9	60.0	57.0	33.0
200.00	31.5	31.9	9.0	26.0	34.8	57.0	55.0	30.0
250.00	36.5	30.2	8.0	30.1	33.1	55.0	53.0	29.0

Figuur 3/20.15-19: Eigenschappen van Cat6 kabel.

Cat5e

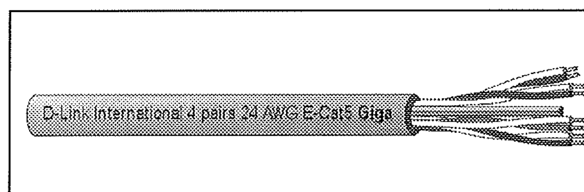
De "e" staat voor "extended" en dit type kabel heeft iets betere eigenschappen dan zijn soortgenoot Cat5. Het gevolg is dat deze kabel zonder problemen kan worden gebruikt voor het samenstellen van een 1000base-T Ethernet netwerk. De bandbreedte bedraagt 100 MHz, de impedantie 100 Ω. Sommige fabrikanten leveren Cat5e als E-Cat5.

Cat6

Cat6 is op dit moment de beste, maar duurste kabel uit de UTP-reeks. De bandbreedte bedraagt niet minder dan 250 MHz en dit model wordt dan ook aanbevolen voor het opbouwen van 1000base-T netwerken over grote afstanden. In de tabel van figuur 3/20.15-19 zijn de eigenschappen samengevat.

Type-aanduiding op de mantel

Cat5, Cat5e en Cat6 worden op dit moment vaak door elkaar gebruikt. Dat kan een probleem zijn als u een netwerk wilt upgraden. Dan moet vaak de Cat5 bedrading vervangen worden door Cat6. Dat is gelukkig geen probleem, want alle fabrikanten van UTP-kabel zetten de Cat-codering op de mantel van hun producten, zie figuur 3/20.15-20.



Figuur 3/20.15-20: De categorie van de kabel wordt steeds op de mantel afgedrukt, vaak uitgebreid met specifieke fabrikantencodes.

Bedradingsstandaarden

Inleiding

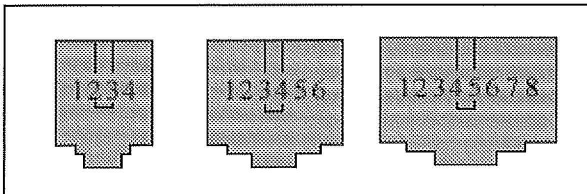
We hebben nu de twee basisonderdelen van de bedrading besproken: drie soorten RJ-connectoren en kabels met één tot vier getwiste aderparen. Nu komt het er op aan te onderzoeken hoe die twee onderdelen bij de diverse toepassingen met elkaar worden verbonden. Gelukkig zijn hiervoor internationale standaarden ontwikkeld.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

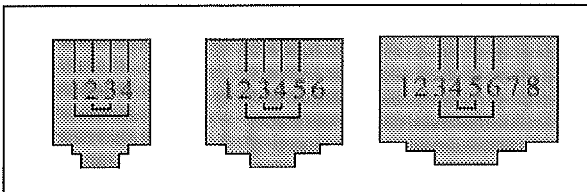
De USOC standaarden

De reeds genoemde USOC heeft hiervoor vier standaarden ontwikkeld, die definiëren hoe een-, twee-, drie- en vierparige kabels aan de RJ11, RJ12 en RJ48 connectoren worden aangesloten.

- USOC RJ11 of RJ11C
  Deze standaard, zie figuur 3/20.15-21, beschrijft hoe een kabel met één getwist paar aan de drie connectoren wordt aangesloten. De twee aders komen dus steeds aan de twee middelste positions van de connectoren.

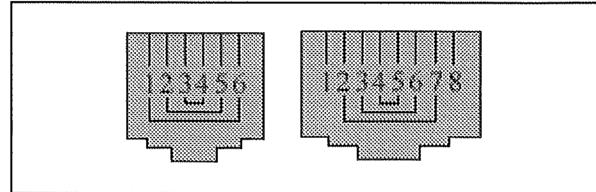


Figuur 3/20.15-21: De USOC RJ11 standaard.

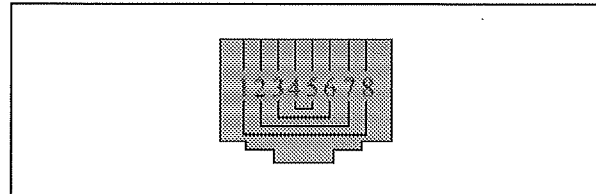


Figuur 3/20.15-22: De USOC RJ14 standaard.

- USOC RJ14 of RJ14C
  Deze standaard, zie figuur 3/20.15-22, beschrijft hoe een kabel met twee getwiste aderparen wordt aangesloten. Ook nu wordt symmetrisch vanuit het midden naar de randen van de connector gewerkt.
- USOC RJ25 of RJ25C
  Hetzelfde, maar nu voor een kabel met drie aderparen, zie figuur 3/20.15-23.
- USOC RJ48 of RJ48C
  Tot slot het aansluitschema van een kabel met vier aderparen, uiteraard alleen geldig voor een RJ48-connector, zie figuur 3/20.15-24.



Figuur 3/20.15-23: De USOC RJ25 standaard.



Figuur 3/20.15-24: De USOC RJ48 standaard.

De EIA/TIA standaarden

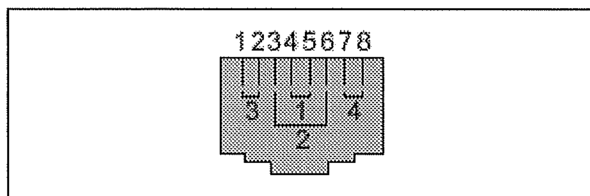
Door deze internationale standaardisatiecommissies zijn twee eigen standaarden ontwikkeld voor het bedraden van met name RJ45-connectoren:

- EIA/TIA 568A
  Bij deze standaard zijn de vier aderparen op de manier als weergegeven in figuur 3/20.15-25 over de acht positions verdeeld. Ook de kleuren van de aders zijn gestandaardiseerd:
  pen 1: wit/groen;
  pen 2: groen;
  pen 3: wit/oranje;
  pen 4: blauw;
  pen 5: wit/blauw;
  pen 6: oranje;
  pen 7: wit/bruin;
  pen 8: bruin.
- EIA/TIA 568B
  Bij deze standaard zijn de vier aderparen op de manier als weergegeven in figuur 3/20.15-26 over de acht positions verdeeld. Ook de kleuren van de aders zijn gestandaardiseerd:
  pen 1: wit/oranje;
  pen 2: oranje;
  pen 3: wit/groen;
  pen 4: blauw;
  pen 5: wit/blauw;

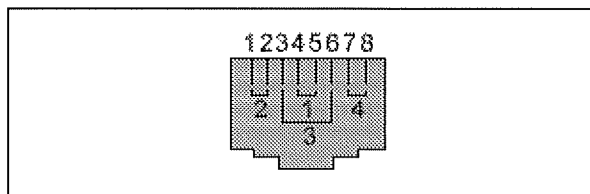
20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

pen 6: groen;
pen 7: wit/bruin;
pen 8: bruin.

Het is deze laatste standaard die is geadopteerd door Ethernet voor al haar netwerken.



Figuur 3/20.15-25: De EIA/TIA 568A standaard.



Figuur 3/20.15-26: De EIA/TIA 568B standaard.

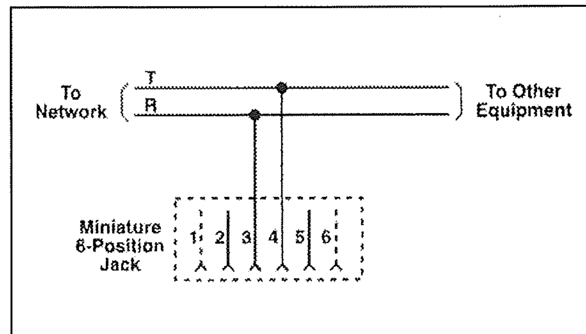
Analoge telefoon

In principe kan een analoge telefoon werken met twee aders. Deze worden in Amerika “tip” (T) en “ring” (R) genoemd. De T-ader heeft een groene kleur, de R-ader een rode kleur. Deze twee aders worden volgens de USOC RJ11 standaard op de RJ-connectoren aangesloten, waarbij de rode ader op pen 2, 3 of 4 zit en de groene op pen 3, 4 of 5.

In figuur 3/20.15-27 ziet u hoe u een aftakking kunt maken op de twee aders van de PTT-lijn.

Analoge telefoon met beldraad

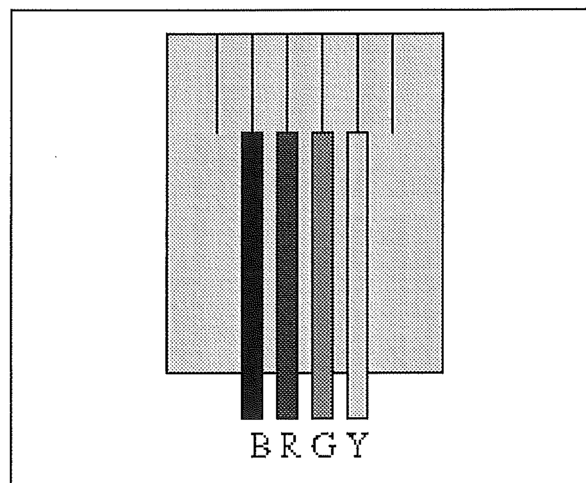
In de oeroude telefoons van de PTT was een derde ader noodzakelijk waarmee men een bel op een tweede toestel kon laten rinkelen om een gesprek door te schakelen. Deze EB-ader wordt bij achtpolige RJ12 connectoren aangesloten op pen 7.



Figuur 3/20.15-27: Het aftakken van het PTT-signaal naar een RJ- connector.

Vieraderige telefoonkabels

Vaak treft u vierpolige telefoonkabels aan. De twee extra aders hebben de kleuren zwart en geel en zijn noodzakelijk als u volgens de officiële PTT-normen een wisselinstallatie met twee toestellen opbouwt of een telefoon/fax of telefoon/modem combinatie wilt. Deze kabels zijn voorzien van RJ12 connectoren, waarbij de kleurcodering en aansluitgegevens volgen uit figuur 3/20.15-28.



Figuur 3/20.15-28: Het aansluiten van de vier gekleurde aders van een standaard vieraderige telefoonkabel op een RJ-connector, B = zwart, R = rood, G = groen, Y = geel.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

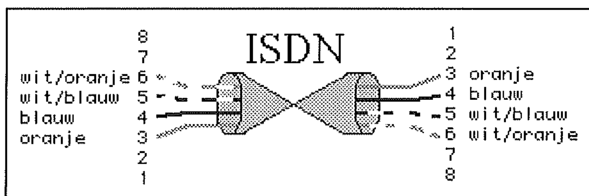
ISDN

Bij de gewone huis, tuin en keuken ISDN wordt gebruik gemaakt van twee getwiste aderparen. Op de achtpolige RJ45 connector worden deze aangesloten op de pennen 3/6 en 4/5:

- pen 3:
  Rx+, orange
- pen 4:
  Tx-, blauw
- pen 5:
  Tx+, wit/blauw
- pen 6:
  Rx-, wit/oranje

Deze bedrading is schematisch voorgesteld in figuur 3/20.15-29.

ISDN stelt geen hoge eisen aan de kwaliteit van de kabel, Cat3 is voldoende.



Figuur 3/20.15-29: De ISDN-verbindingen op de RJ45 connector.

De geschetste situatie is van toepassing als de ISDN-apparatuur rechtstreeks op de NT1 of een eenvoudige S-bus wordt aangesloten. Bij uitgebreide S-bus architectuur worden alle acht de positions van de RJ45 connector bedraad op dezelfde manier als dit bij Ethernet netwerken het geval is.

RS232 communicatie

Moderne RS232 apparatuur maakt eveneens gebruik van UTP-kabels met RJ45 connectoren. Maar hierbij moet u onderscheid maken tussen DTE- en DCE-apparatuur.

De verbindingen voor DTE zijn:

- pen 1: Rx;
- pen 2: SG;
- pen 3: DTR;
- pen 4: NC;
- pen 5: NC;
- pen 6: Tx;
- pen 7: NC;
- pen 8: NC.

De verbindingen voor DCE zijn:

- pen 1: Tx;
- pen 2: SG;
- pen 3: DCD;
- pen 4: NC;
- pen 5: NC;
- pen 6: Rx;
- pen 7: NC;
- pen 8: NC.

Ethernet netwerken

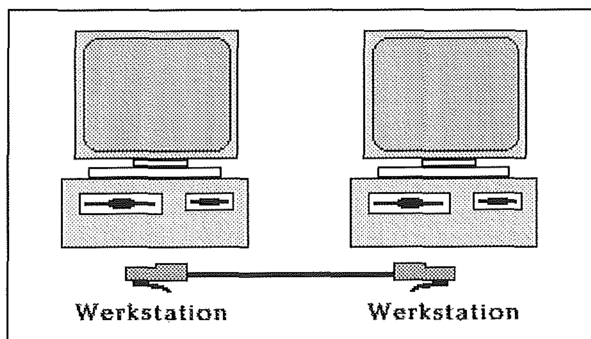
Het is vooral dank zij de verbreiding van eenvoudige Ethernet netwerken dat de RJ45-connector met UTP-kabel zo populair is geworden. Immers, een Ethernet-kaartje kost niets en dank zij Windows kunt u in tien minuten uw twee PC's met elkaar doorverbinden. Er bestaan vijf versies van Ethernet, waarvan er drie gebruik maken van UTP-bekabeling:

- **10base-T**
  - naam: Ethernet;
  - snelheid: 10 Mbit/s;
  - kabel: UTP Cat3;
  - connector: RJ45;
  - lengte: 100 m max.
- **100base-TX**
  - naam: Fast Ethernet;
  - snelheid: 100 Mbit/s;
  - kabel: UTP Cat5;
  - connector: RJ45;
  - lengte: 100 m max.
- **1000base-T**
  - naam: Gigabit Ethernet;
  - snelheid: 1.000 Mbit/s;
  - kabel: UTP Cat5e of Cat6;

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

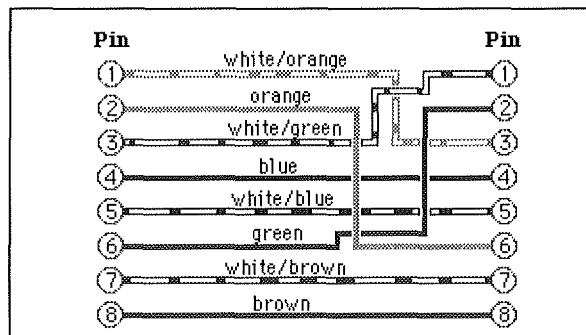
- connector: RJ45;
- lengte: 100 m max.

Rechtstreeks of via een hub
Bij een Ethernet netwerk kan men twee PC's rechtstreeks aan elkaar koppelen of men kan gebruik maken van een configuratie waarbij alle PC's naar een "hub" gaan. De hub is als het ware de telefooncentrale van het netwerk. Op zo'n hub kan men overigens niet alleen PC's aansluiten, maar ook een netwerkprinter, een copieermachine, een scanner, een ADSL-modem, enzovoort.
De bekabeling van de standaard achtaderige UTP-kabel met RJ45-connectoren is echter afhankelijk van het soort netwerk dat wordt opgebouwd. Een belangrijke opmerking, die vaak wordt vergeten!



Figuur 3/20.15-30: Het verbinden van twee Ethernet-kaartjes via een "cross-over" kabel.

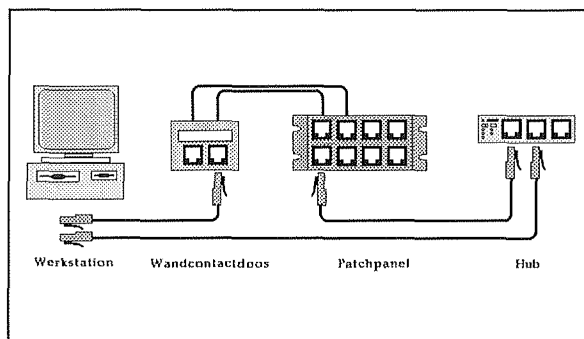
Ethernet, PC naar PC
De simpelste configuratie van een Ethernet netwerk is geschetst in figuur 3/20.15-30. De Ethernetkaartjes in de twee PC's worden rechtstreeks met een UTP-kabel met RJ45-connectoren met elkaar verbonden. Maar, let op! Bij deze verbinding moet u een zogenaamde "cross-over" kabel toepassen. De aansluitcodering van een dergelijke kabel is geschetst in figuur 3/20.15-31.



Figuur 3/20.15-31: De bedrading in een "cross-over" kabel.

Vier aders zijn dus kruiselings met de twee RJ45-connectoren verbonden:
- pen 1 gaat naar pen 3;
- pen 2 gaat naar pen 6;
- pen 3 gaat naar pen 1;
- pen 6 gaat naar pen 2.

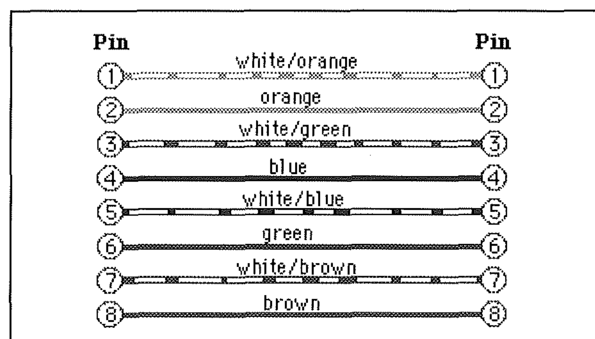
Ethernet, PC naar contactdoos, pachpanel of hub
Bij grotere netwerken wordt steeds gebruikt gemaakt van een "hub", een centraal opgesteld kastje waar alle apparaten die met het netwerk zijn verbonden op worden aangesloten. Soms gaat de UTP-kabels rechtstreeks van de Ethernet-kaartjes naar de hub, soms gaat dat via wandcontactdozen en een patchpanel.



Figuur 3/20.15-32: Een uitgebreid Ethernet netwerk maakt gebruik van wandcontactdozen, pachpanels en hub's.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

De maximale configuratie van een Ethernet netwerk is geschetst in figuur 3/20.15-32. In dit voorbeeld wordt een PC via een UTP-kabel aangesloten op een wandcontactdoos. De wandcontactdoos gaat naar een uitgang van het patchpanel. Vandaar gaat de communicatie via een tweede UTP-kabel naar de hub. Daaronder is aangegeven hoe de PC rechtstreeks door middel van een UTP-kabel met de hub wordt verbonden.
Bij al deze verbindingen moet u gebruik maken van zogenaamde "straight through" kabels, waarvan de penbezetting is getekend in figuur 3/20.15-33.



Figuur 3/20.15-33: De bedrading aan de twee RJ45-connectoren in een "straight through" kabel.

Audio, video en UTP

Inleiding

De bandbreedte van UTP-kabel is groot genoeg voor het verzenden van audio en video. Bovendien kunt u over één achtaderige kabel vier signalen verzenden. Normaal zijn daar vier coaxiale kabels voor nodig. Het prijsverschil tussen vier coax-kabels en één UTP-kabel is, zeker als de afstand aanzienlijk is, vrij groot. Vandaar dat er een bloeiende markt is ontstaan in oplossingen waarmee u audio en video over UTP kunt versturen.

Analoge audio

De EIA/TIA 568A standaard eist een overspraak van minder dan -50 dB tot 4 MHz. Bij 20 kHz blijkt uit testen met goede Cat5e kabel dat er helemaal geen overspraak te meten is. Tevens eist de standaard voor analoge audiokabels een maximale kabelcapaciteit van 60 pF/m tot 150 pF/m terwijl Cat5 kabel met zijn gegarandeerd lagere capaciteit dan 60 pF/m dus ook een stuk beter is.

Digitale audio

De AES/EBU standaard voor digitale audio vereist een impedantie van 110 Ω +/-20 %. Cat5 kabel valt, met zijn 100 Ω +/-15 %, daar perfect binnen. AES/EBU eist verder dat de overspraak tussen de kabelparen kleiner is dan -30 dB. Volgens de datasheets heeft Cat5 kabel een overspraak van minder dan -45 dB bij 10MHz; aangezien AES/EBU bij 48 kHz samplefrequentie een bandbreedte heeft van slechts 6,144 MHz wordt ook hier ruimschoots aan voldaan. Op één punt voldoet Cat5 kabel niet aan de standaard. AES/EBU eist afgeschermde kabel en UTP is niet afgeschermd. Maar daar is wat aan te doen. De kwaliteit van de signaaloverdracht is afhankelijk van de perfecte balancering van het signaal. Zorg dus steeds dat aan het begin en het einde van de kabel perfect gebalanceerde bronnen en ontvangers zitten. Indien dit niet zo is, dan zal de onafgeschermde kabel signaal uitstralen en storingen oppikken.

Van asymmetrisch naar symmetrisch

Het op te lossen probleem is dus de asymmetrie van audio- en videosignalen en de symmetrie van UTP-kabel. Audio- en video-signalen zitten immers op een "hete" ader en de signalen worden gere-

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

fereerd naar de "koude" ader, de massa. UTP werkt echter symmetrisch met getwiste aderparen. Het is niet mogelijk asymmetrische signalen over een symmetrische kabel te verzenden. De begrippen asymmetrisch en symmetrisch worden soms ook gebalanceerd en ongebalanceerd genoemd. De oplossing voor het probleem is een zogenaamde "balun", een woord dat is samengesteld uit de woorden **bal**ance en **un**balance. Een balun bestaat in de meest simpele uitvoering uit een trafo, die primair gevoed wordt met het asymmetrische audio of video signaal en secundair op een symmetrische UTP-kabel kan worden aangesloten.

Analog Audio Balun

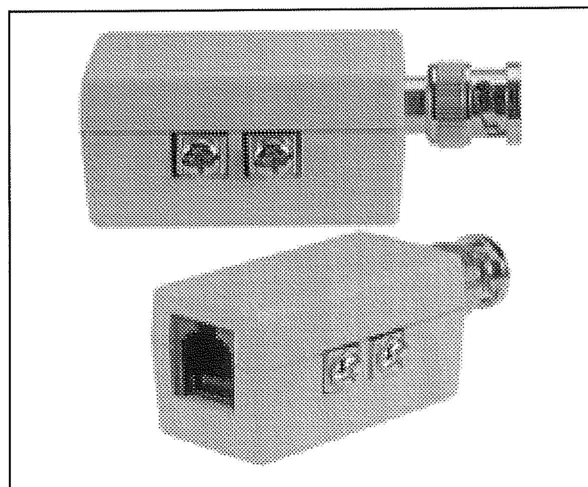
Door de Canadese firma MuxLab (www.muxlab.com) wordt voor ongeveer € 35,00 een apparaatje aangeboden waarmee u audio zonder merkbaar kwaliteitsverlies over 1,5 km UPT Cat5e kabel kunt versturen. Uiteraard zijn er twee van dit soort balun's nodig, één aan ieder einde van de UTP-kabel. U sluit, zie figuur 3/20.15-34, het audiosignaal aan via cinch-stekers en de UTP-aders via schroefconnectoren. De bandbreedte gaat van 60 Hz tot 20 kHz.



Figuur 3/20.15-34: Met deze balun verzendt u audio over 1.500 m UTP Cat5e kabel.

Video Balun Transceiver

Door diverse firma's worden zogenaamde "Video Balun Transceivers" aangeboden. Kleine apparaatjes die u tussen een coaxiale videokabel en een UTP-kabel zet. In figuur 3/20.15-35 wordt als voorbeeld zo'n balun van de firma SimpleCCTV (www.simplecctv.com) voorgesteld. Een paartje kost ongeveer € 36,00. In dit specifieke voorbeeld wordt het videosignaal aangevoerd via een afgeschermde BNC-kabel. Aan de andere zijde van het kastje treft u een vrouwelijke RJ45 connector aan. Bovendien staan aan de zijkant als extra twee schroefconnectoren voor de Cat5 kabel.



Figuur 3/20.15-35: Een eenvoudige "Video Balun Transceiver" van de firma SimpleCCTV.

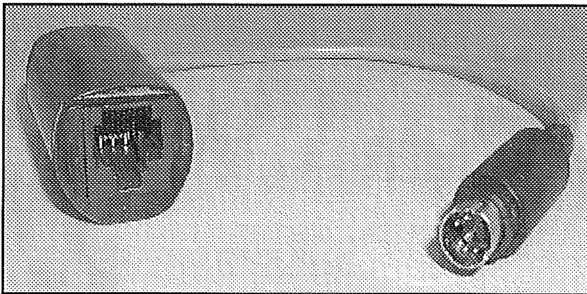
Met dit eenvoudige apparaatje kunt u ongeveer 300 m overbruggen als u genoegen neemt met zwart/wit-signalen en ongeveer 180 m als er kleur aan te pas komt en dit met een verzwakking van slechts 0,5 dB.

S-video naar Cat5 UTP

Door de firma Svideo Torca (www.svideotorca.com) wordt voor ongeveer € 70,00

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

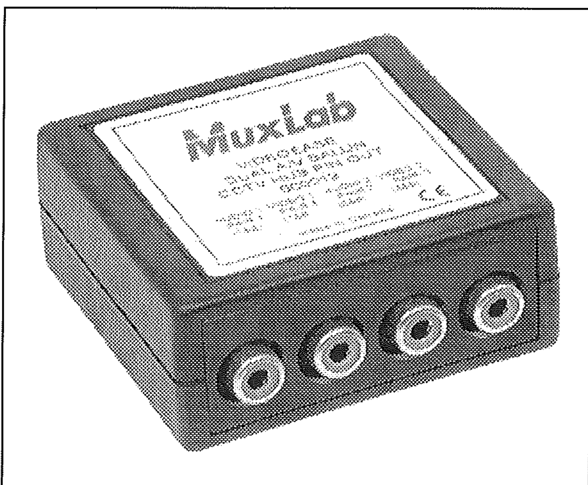
een soortgelijk apparaatje aangeboden, waarmee u S-video signalen over een Cat5 kabel kunt versturen. Het apparaatje, zie figuur 3/20.15-36, heeft aan de ene kant een kabeltje met een mini-DIL connector en aan de andere kant een vrouwelijke RJ45 connector. De twee S-video signalen worden getransporteerd over de aderparen die op de positions 7/8 en 4/5 zijn aangesloten.



Figuur 3/20.15-36: Een video-balun voor het transporteren van S-video signalen.

VideoEase Dual Audio-Video Balun

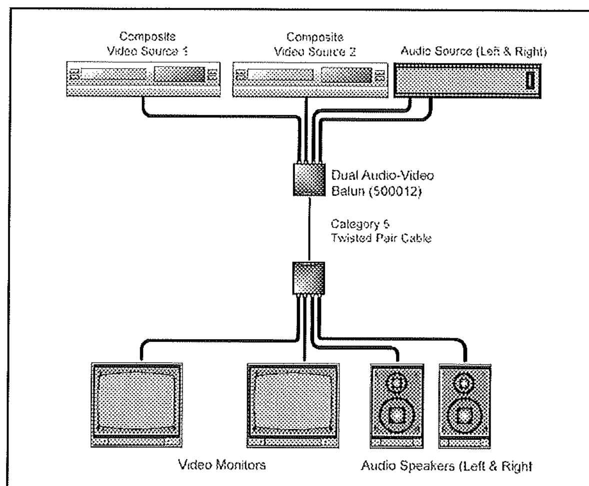
Dit apparaatje van MuxLab (www.muxlab.com) maakt maximaal gebruik van de mogelijkheden van een vierpaars UTP Cat5e kabel.



Figuur 3/20.15-37: De VideoEase Dual Audio-Video Balun van MuxLab.

U kunt er, zie figuur 3/20.15-37. twee video- en twee audiosignalen mee versturen. De bandbreedte bedraagt voor audio 50 kHz en voor video 8 MHz. De verzwakking van video is kleiner dan 2,0 dB over een afstand van 660 m. De vier ingangssignalen worden aangesloten door middel van cinch-connectoren en hebben een impedantie van 75 Ω voor video en 600 Ω voor audio.

In figuur 3/20.15-38 is het bedradingsschema getekend. Ook nu moet u uiteraard twee van deze apparaatjes toepassen.

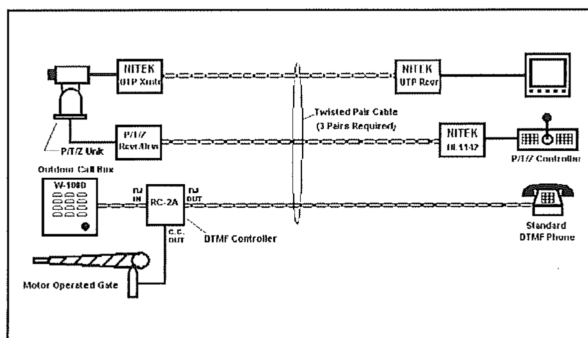


Figuur 3/20.15-38: Het toepassen van de VideoEase Dual Audio-Video Balun in de praktijk.

Ongewone toepassingen van UTP

Tot slot nog een voorbeeld van een ongewone toepassing van een Cat5e UTP-kabel, die bewijst hoe universeel bruikbaar dit medium is. Bewoont u een groot landhuis met een elektrisch te bedienen hek? Dan is de "Integrated Access Control" van Nitek (www.nitlinks.com) ongetwijfeld iets voor u. Met dit systeem kunt u, via een ordinaire UPT Cat5e kabel, een videocamera bij het hek besturen, het beeld van deze ca-

mera versturen, een telefoon bedienen en het hek openen. Hoe het systeem er uit ziet volgt uit figuur 3/20.15-39. Er zijn slechts drie UTP aderparen noodzakelijk. Via de bovenste wordt het videosignaal van de camera verstuurd. De tweede wordt gebruikt voor het besturen van de camera via een speciaal apparaat met stuurknuppel. De onderste kabel verzendt het telefoonsignaal via een DTMF-controller en levert bovendien het besturingssignaal voor het openen en sluiten van het hek. Dit signaal wordt gegenereerd als een bepaald sequentie van toetsen op de DTMF-telefoon wordt ingedrukt.



Figuur 3/20.15-39: Het "Integrated Access Control" systeem van Nitek.

ESD-bescherming van UTP-kabels

Inleiding

Hoewel symmetrische kabels zoals UTP per definitie tamelijk ongevoelig zijn voor externe stoorsignalen, kan er natuurlijk tóch iets mis gaan. Zeker als men rekening houdt met het feit dat er vaak honderden meters van dergelijke kabel worden gebruikt ligt het voor de hand dat bijvoorbeeld een blikseminslag in de buurt toch tot de aders doordringt. Vandaar dat diverse fabrikanten oplossingen hebben bedacht, die uw UTP-netwerk beschermen tegen sterke elektromagnetische velden en dit niet alleen van bliksem, maar ook van industriële vervuilers.

Furse Plug-in Protectors voor telefonie
Als eerste voorbeeld wordt een exemplaar besproken dat door Furse op de markt wordt gebracht (www.keison.co.uk/furse) onder typenummer ESP TN/RJ11-6/6. Dit model, zie figuur 3/20.15-40, beschermt alle zes pennen van een RJ11-connector tegen overspanningen en blikseminductie. Het is dus bedoeld voor het beschermen van analoge en digitale telefoonlijnen. Het apparaat is wel vrij prijzig, het kost namelijk ongeveer € 72,00. De fabrikant garandeert echter een levenslange absolute bescherming van uw UTP-lijnen tegen alle mogelijke calamiteiten.
In het gebruik zijn dergelijke apparaten simpel. U plugt de kabel in de vrouwelijke RJ-connector waar u normaal uw telefoonkabel in stopt en verplaatst deze kabel naar de achterzijde van het apparaat.



Figuur 3/20.15-40: Een door Furse op de markt gebrachte bescherming voor UTP-telefoonlijnen.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

Vervolgens sluit u een dikke aarddraad aan op de schroefconnector op het apparaat. Deze aardkabel moet via de weg van de minste (elektrische) weerstand met de aarding van uw elektrische installatie worden verbonden. Dit is erg belangrijk: hoe groter de weerstand van de aardverbinding, hoe slechter het apparaat werkt!

Furse Plug-in Protectors voor Ethernet
Dezelfde fabrikant levert voor ongeveer € 125,00 een soortgelijk kastje, ESP Net-100, maar ter bescherming van alle acht de aders van een Ethernet-verbinding. Ook nu plugt u de bijgeleverde kabel in een vrouwelijke RJ24 connector, de te beschermen kabel in de vrouwelijke connector op het apparaat en legt u een stevige aardverbinding.

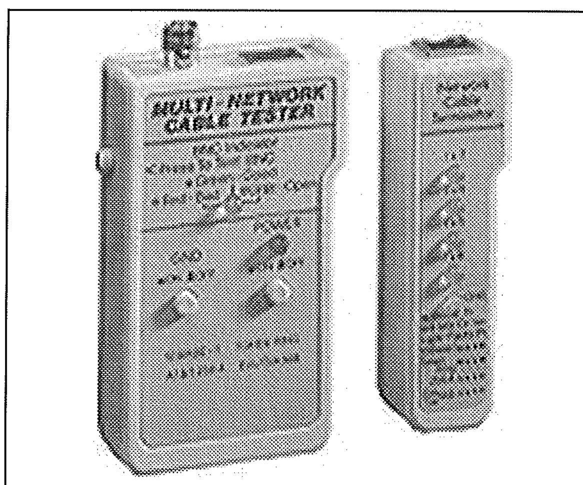


Figuur 3/20.15-41: Een door Furse op de markt gebrachte bescherming voor Ethernet-lijnen.

UPT meetapparatuur

Inleiding
UTP-bekabeling is een "hete" markt en dus proberen alle fabrikanten een graantje mee te pikken. Uiteraard is er dus een grote markt ontstaan in testers waarmee u uw UTP-bedrading kunt testen. Wie in een zoekmachine de zoektermen "UPT" en "tester" invoert wordt overspoeld met duizenden links. UTP-testers zijn te koop van € 30,00 tot vele duizenden Euro. Het eerste soort doet in feite niets anders dan de aders doormeten, het laatste soort voert ingewikkelde metingen uit en test alle specificaties van de kabel. Wij bespreken hier vier handige en redelijk geprijsde apparaatjes.

De "Multi-Network Cable Tester"
Dit apparaatje van onbekend merk wordt door elektronica leveranciers aangeboden en kost ongeveer € 30,00. Zoals uit figuur 3/20.15-42 blijkt bestaat de set uit twee apparaatjes, die u aan beide zijden van de UTP-kabel aansluit. De "zender" scant alle aders met signalen, de "ontvanger" heeft LED's die de status van de aders aangeven. Op deze manier spoort u kortgesloten en onderbroken aders op, maar meer dan dat ook niet.



Figuur 3/20.15-42: Een goedkope en eenvoudige UTP-tester.

De AR25 Algoritmetester en -zoeker
Van een geheel andere orde is de AR25 van Merconet (www.merconet.nl). Dat mag ook wel, want dit apparaat kost een sappige € 275,00. De AR25, zie figuur

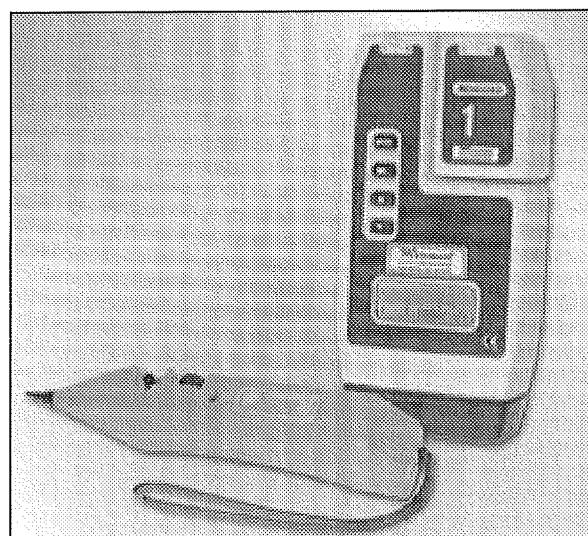
3/20.15-43, identificeert onder andere gesplitste paren, open einden, aderverwisselingen, paarverwisselingen, kortsluitingen, aders en aansluitingen.



Figuur 3/20.15-43: De AR25 van Merconet.

De AR25 bestaat uit een aderzoeker en een 1-8 tester. De aderzoeker zoekt draadloos naar de bedrading. Een aansluiting, kabel of ader wordt zonder de isolatie te verwijderen met de kunststof punt geïdentificeerd. Ook werkplekaansluitingen worden contactloos gevonden. Met de ontvanger is het bovendien mogelijk om ISDN-2 aansluitingen te onderzoeken. Verder is de ontvanger voorzien van een robuuste kunststof punt, waardoor kortsluiting wordt voorkomen. De 1-8 tester is voorzien van een actieve loopback adapter, welke direct door middel van LED's aangeeft of het testresultaat OK is. Hierdoor is aan beide zijden gelijk het resultaat van de test te zien.

De CA35 capaciteit & algoritmetester
De CA35 van Merconet, zie figuur 3/20.15-44, zoekt draadloos naar uw bedrading. Deze tester bestaat uit zes apparaten in één behuizing. Het apparaat controleert op de eerste plaats de bedradingsvolgorde van aansluitingen. Open einden, aderverwisselingen, paarverwisselingen en kortsluitingen worden geïdentificeerd. Het controleert de bedradingsvolgorde van patchkabels. Het controleert op de aanwezigheid van vier getwiste paren en op gesplitste paren. Het meet de lengte per ader of kabel op open bekabeling. Door alleen de zender aan te sluiten wordt direct een gesplitste ader, open einde, kortsluiting en de lengte getoond. Het zoekt draadloos naar de bedrading. De ingebouwde generator is voorzien van vier verschillende tonen. De toon is naar keuze in te stellen op ader, aderpaar of alle aderparen. Via een ingebouwd LCD-display worden de belangrijkste meetgegevens weergegeven. De CA35 kost ongeveer € 378,00.



Figuur 3/20.15-44: De CA35 van Merconet.

De Atlas IT van Peak Electronics
De PEAK Atlas IT, zie figuur 3/20.15-45, test achtaderige netwerkkabels die voorzien zijn van standaard RJ45 connectoren. Het in de handpalm te houden apparaatje test zowel "straight through" als

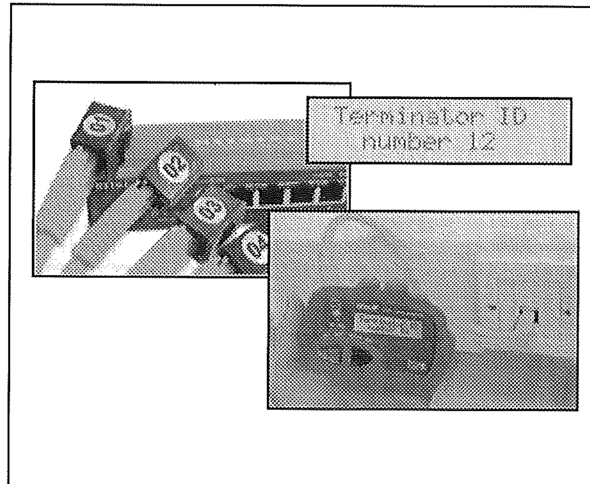
20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

"pach"kabels. Met de PEAK Atlas IT test u al uw UTP netwerkkabels op een intelligente manier. U plugt de ene RJ45 connector van de kabel in het meetapparaat en de tweede in de meegeleverde terminator. Na een druk op de knop "on-test" wordt de volledige kabel op kortsluitingen, onderbrekingen en foutieve aansluitingen getest. Via de knop "scroll-off" kunt u snel alle relevante gegevens van de kabel inzien op het tweeregelig display: het soort kabel, niet-correcte bedrading, kortgesloten aders, onderbroken aders, zwaar beschadigde kabel, kleurencodes van de aders, etc.



Figuur 3/20.15-45: De Atlas IT van Peak Electronics.

Met de extra te bestellen intelligente terminators kunt u alle kabels die op de hub binnenkomen moeiteloos identificeren. Iedere intelligente terminator stuurt namelijk een identificatiecode over de kabel, code die door de PEAK Atlas IT op het scherm wordt gezet. Ideaal voor grote, uitgebreide netwerken in kantoorgebouwen! U ziet onmiddellijk welke netwerkaansluiting op welke connector van de hub zit, zie figuur 3/20.15-46.



Figuur 3/20.15-46: Het identificeren van de kabels door middel van de intelligente terminators.

De Atlas IT kost ongeveer € 129,00, een set van acht intelligente terminators kost ongeveer € 68,30. Nadere gegevens op www.vego.nl/atlas.

UTP-kabels zélf maken

Inleiding

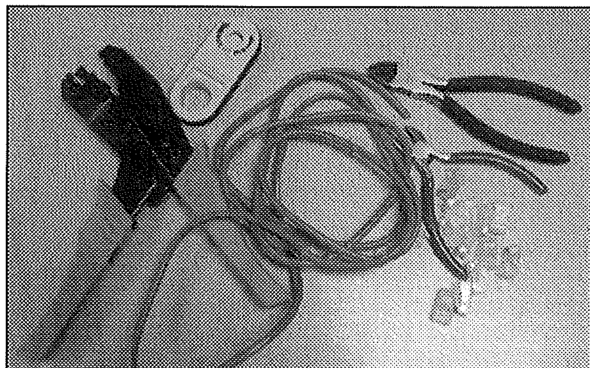
Hoewel UTP-kabels tegenwoordig zelfs in de klussenzaak te koop zijn en de prijzen best meevallen, zal de échte elektronicus natuurlijk zelf aan de slag willen. Dat kan en er is niet eens zoveel voor nodig. In figuur 3/20.15-47 is een overzicht gegeven van de gereedschappen die u nodig heeft voor het maken van UTP-kabels:

- UTP-kabel;
- een speciale draadstripper;
- RJ-connectoren;
- kniptang;
- een speciale krimptang.

Montageprocedure

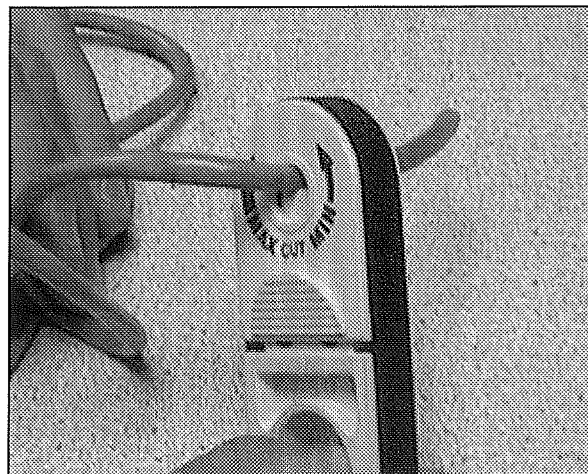
- Knip de gewenste lengte UTP kabel af.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

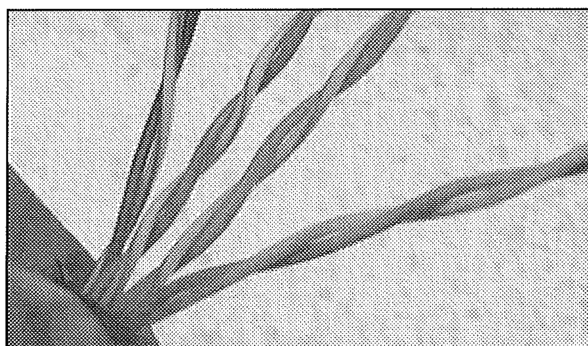


Figuur 3/20.15-47: De gereedschappen die nodig zijn voor het zélf maken van UTP-kabels.

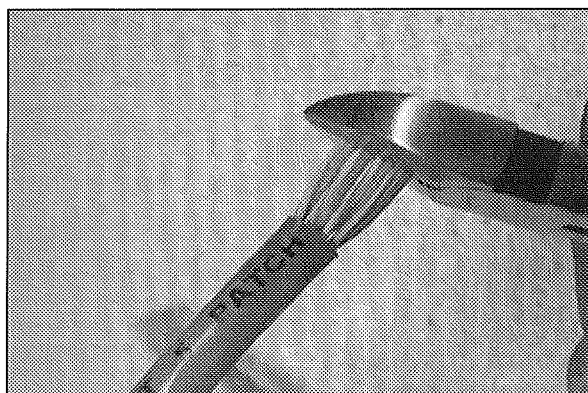
- Figuur 3/20.15-48:
  Strip ongeveer 2 cm van de buitenmantel af met de speciale striptang. Met een mesje kan het natuurlijk ook, maar dan moet u er wél voor zorgen niet door de isolatie van de aders te snijden.
- Figuur 3/20.15-49:
  Scheid de vier aderparen en haal de aders los van elkaar.
- Figuur 3/20.15-50:
  Verdeel de aders volgens de juiste kleurencode, druk de aders plat en knip de aders recht af tot een lengte van ongeveer 1 cm.
- figuur 3/20.15-51:
  Schuif de aders voorzichtig in de RJ45 connector, de buitenmantel van de kabel moet hierbij wél in de connector vallen! Druk de aders dusdanig ver dat deze duidelijk het eind van de connector bereiken.
- Figuur 3/20.15-52:
  Plaats de connector stevig in de krimptang en knijp de connector stevig vast.



Figuur 3/20.15-48: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 1.

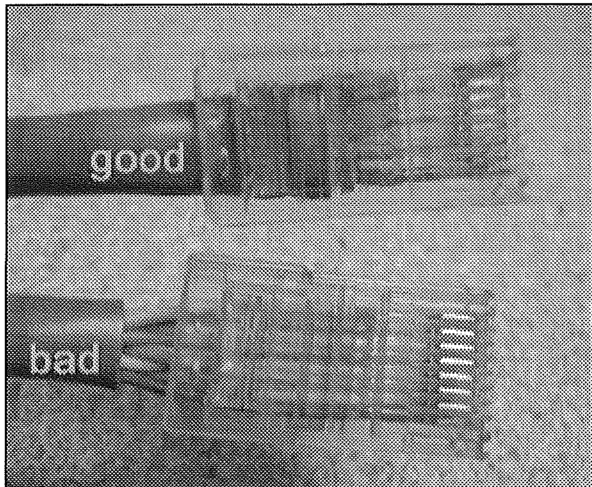


Figuur 3/20.15-49: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 2.

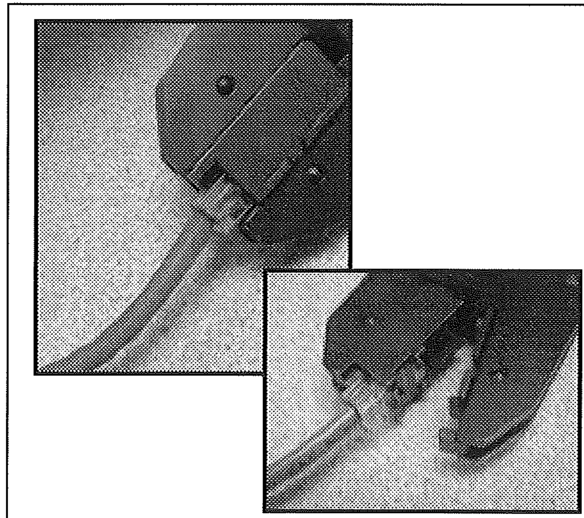


Figuur 3/20.15-50: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 3.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie



Figuur 3/20.15-51: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 4.



Figuur 3/20.15-52: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 5.